

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

REMINERALIZAÇÃO DE SOLOS EM AGRICULTURA FAMILIAR
COM CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA

José Fábio Borges Pires

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF 22/30)

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Boggiani

Co-orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Azevedo (ESALQ-USP)

São Paulo - SP

2022

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS E METAS.....	1
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
4	MATERIAIS E MÉTODOS	5
4.1	Área de Estudo	6
4.2	Geologia Regional.....	9
5	RESULTADOS	11
5.1	Experimento Alho-Poró	16
5.1.1	Medidas Biomassa antes da Secagem.	20
5.1.2	Medidas Biomassa Seca.....	23
5.2	Experimento com Milho.....	25
5.3	Experimento Capim Braquiária	27
6	INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	33
6.1	Alho Poró	33
6.1.1	medidas biomassa desidratada.....	33
6.2	Milho.....	34
6.3	Braquiária.....	34
6.3.1	Parte aérea da planta.....	34
6.3.2	Raízes	34

6.3.3 Raízes e parte aérea.....	35
6.3.4 Análises do solo e rocha	35
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu pai e mãe, Sr. José e Sra. Elza Borges Pires pelo amor, apoio e princípios que recebi e concebi nessa jornada.

Agradeço a Universidade de São Paulo pela oportunidade em proporcionar cultura, esporte, saúde e amparo a todos que lá ingressaram.

Entreí no curso de Geologia em 2017 por transferência interna e, apesar dos meus méritos, agradeço aos professores que apoiaram e confiaram na minha meta, inclusive o professor Dr. Gergely Andres Julio Szabó.

Foram anos atípicos em que, tanto os alunos quanto os professores, tiveram que enfrentar situações diversas devido à pandemia; então, agradeço aos professores do Instituto de Geociências que se desdobram em difundir cultura, tendo de remodelar a forma de ensino no período de confinamento em que somente aulas digitais eram possíveis os alunos assistirem.

Agradeço profundamente ao amor da minha vida, minha esposa Sônia Pires, minhas filhas Tatiana, Jacqueline, Luana e Rafaela. Também incluo minha queridíssima sogra Luíza! Sou o que sou hoje, graças a vocês que me apoiaram e estiveram sempre comigo!

O meu trabalho de conclusão de curso foi executado no Assentamento Iperó onde conheci o Sr. Sérgio Neri, que possibilitou a execução do experimento cedendo parte da sua área. Agradeço ao Sr. Sérgio Neri e esposa pela cordialidade e compartilhamento de conhecimentos correlacionados a agricultura orgânica.

Agradeço a Senhorita Jordana do laboratório de sedimentologia que impediu que as amostras do experimento de alho poró fossem carbonizadas quando teve a iniciativa de baixar a temperatura da estufa para 50°C.

Agradeço aos Professores Dr. Daniel Atêncio e Magda Bergmann por esclarecerem e aprofundarem meus conceitos.

Agradeço ao professor que me orientou, me apoiou, me incentivou e me ensinou como me superar!! Obrigado Professor Dr. Paulo Sérgio Boggiane!

RESUMO

No presente trabalho de formatura, procurou-se investigar a aplicação de pó de rocha basáltica (Formação Serra Geral, mina de Porto Feliz, SP- Pedreira Eireli) e pó de fosfato natural reativo, proveniente da Jazida da Fazenda Ressaca (Bonito, MS), produto do retrabalhamento de fosforitos da Formação Bocaina (Grupo Corumbá) para uso em agricultura orgânica em assentamento agrícola em Iperó (SP). Para o cálculo das dosagens, conforme o tipo de cultivo, foram adotados os procedimentos do Boletim n°. 100 do IAC em Latossolo Vermelho desenvolvido sobre o Grupo Itararé, no Assentamento de Iperó. Para experimento com alho poró, foram aplicadas 4 dosagens distintas de pó de diabásio e pó de fosfato natural reativo, sendo que o tratamento com as misturas dos dois foi o que deu melhor resultado no crescimento da massa foliar e do pseudocaule. O segundo experimento foi com plantio de milho, com aplicação apenas de pó de fosfato natural reativo, com resultados positivos para aplicação de dosagens de um a quatro vezes superiores ao recomendado. O terceiro experimento foi realizado em vasos, com cultivo de capim braquiária com aplicação de 3 dosagens distintas de pó de diabásio e de rochas fosfáticas, sendo que o tratamento de melhor efeito foi o que se aplicaram 18g de pó de diabásio sendo essa a dosagem o dobro da mínima exigida para esse tipo de cultivo. Foi observado que doses mínimas foram satisfatórias para desenvolvimento tanto do alho poró (14,40 g de pó fosfato natural reativo e 34,04 g de pó de diabásio) quanto para o capim braquiária (9 g de pó fosfato natural reativo e 9 g de pó de diabásio) e milho (124 g de pó fosfato natural reativo) sendo que este último também apresentou um rendimento maior da biomassa com a aplicação de 4 doses (496 g) de pó fosfato natural reativo. Análises de fertilidade foram realizadas no solo sem e com o tratamento, para efeitos de comparação. Conclui-se que o uso combinado de pó de diabásio e de pó fosfato natural reativo é a melhor forma de se trabalhar no assentamento, visto que o uso de remineralizadores silicáticos promove também melhorias na condição físico-química e biológica dos solos, e não apenas aumento direto da produção, como se é obtido com uso de fertilizantes industrializados, sendo essa uma estratégia importante no uso de remineralizados.

ABSTRACT

In this graduation work, an attempt was made to investigate the application of basaltic rock dust (Serra Geral Formation, Porto Feliz mine, São Paulo - Pedreira Eireli) and reactive natural phosphate powder, from the Ressaca Farm Deposit (Bonito, Mato Grosso do Sul, a product of the reworking of phosphorites from the Bocaina Formation (Corumbá Group) for use in organic agriculture in an agricultural settlement in Iperó (São Paulo). For calculating dosages, according to the type of cultivation, the procedures of Bulletin n. 100 of the Agronomic Institute of Campinas in Red Latosol developed on the Itararé Group, in the Iperó Settlement. For the experiment with leek, 4 different dosages of diabase powder and reactive natural phosphate powder were applied, and the treatment with a mixture of the two was the one that gave the best result in the growth of leaf mass and pseudostem. The second experiment was planting corn, with the application of phosphate rock only, with positive results for the application of dosages one to four times higher than recommended. The third experiment was carried out in vases, with the cultivation of braquiária grass with the application of 3 different dosages of diabase powder and reactive natural phosphate powder, and the treatment with the best effect was the one that applied 18g of diabase powder, this being the dosage of twice the minimum required for this type of cultivation. It was observed that minimum doses were satisfactory for the development of both leek (14.40 g reactive natural phosphate powder and 34.04 g diabase powder) and braquiária grass (9 g reactive rock phosphate powder and 9 g diabase powder) and corn (124 g reactive rock phosphate powder), the latter also presenting a higher biomass yield with the application of 4 doses (496g) reactive natural phosphate powder. Fertility analyzes were carried out in the soil without and with the treatment, for comparison purposes. It is concluded that the combined use of diabase powder and reactive rock phosphate powder is the best way to work in the settlement since the use of silicate remineralizers also promotes improvements in the physical-chemical and biological condition of the soils, and not just a direct increase in production, as is obtained with the use of fertilizers industrialized products, which is an essential clarifying strategy in the use of remineralized products.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um epicentro das pesquisas em remineralização (Swoboda et al., 2021), devido às condições climáticas, favoráveis ao intemperismo do material introduzido no solo na forma de rochas cominuídas (Manning & Theodoro, 2020).

As técnicas de rochagem vão além dos benefícios na agricultura, ao possibilitar o uso de estéreis e resíduos de mineração e proporcionar sequestro de carbono (Beerling et al., 2018; Lal et al. 1997). Em experimento com 48 culturas, foi demonstrado o potencial do pó de rocha como fonte de potássio e de multi nutrientes em solos de clima tropical e que, ao contrário dos fertilizantes industrializados, o pó de rocha libera de forma lenta os nutrientes para as plantas sendo que o processo é acelerado com menores granulações, pelo aumento da superfície reativa (Swoboda et al., 2021) e promove a formação de novos minerais como os argilominerais, com melhorias das condições texturais do solo (Theodoro et al., 2006).

Na presente monografia, de trabalho de formatura, aprofundou-se a parte conceitual sobre remineralização e apresentam-se resultados de experimentos realizados no assentamento de Iperó, onde parte dos assentados desenvolvem agricultura orgânica e iniciam a aplicação de técnicas de remineralização. Os remineralizadores em estudo são do Fosfato Natural de Bonito, fosfato secundário, produto do intemperismo de fosforito da Formação Bocaina (Grupo Corumbá), e diabásio da Grupo Serra Geral.

2 OBJETIVOS E METAS

O objetivo principal, do presente projeto de trabalho de formatura, foi o estudo do uso da remineralização na agricultura, de forma mais ampla, e o estudo da viabilidade de aplicação de técnicas de remineralização de solos em agricultura familiar, com certificação orgânica. Para esse objetivo principal, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Estudo da bibliografia disponível sobre remineralização de solo;
- Implementação de teste de campo com diferentes dosagens de litotipos disponíveis para uso, entre eles o diabásio, de mina de brita em Porto Feliz, e fosfato

secundário, produto de alteração de fosforito da Formação Bocaina;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A aplicação de rocha moída, sem nenhum tipo de beneficiamento, em solos agrícolas, é uma prática antiga, iniciada com os procedimentos de calagem, com aplicação de calcário para correção de acidez

Atualmente, encontra-se em franco desenvolvimento, o que se denomina remineralização de solos ou, de forma mais popular “rochagem”; a aplicação direta na agricultura de rochas moídas como fonte de material petrofertilizante de solos quimicamente empobrecidos ou degradados (Fernandes et al., 2010).

A prática de remineralização de solos já demonstrava eficiência no fornecimento de macronutrientes essenciais, para o bom desenvolvimento das plantas, e os micronutrientes ou microelementos que são consumidos em menor escala, conforme experimento realizado no século passado (Arnon et al., 1939). Apesar do conhecimento pretérito dos benefícios da remineralização, apenas agora a técnica se encontra em uso em maior escala e estudos mais aprofundados vêm sendo realizados, frente ao acelerado crescimento dos preços dos fertilizantes industrializados, rápida lixiviação deles com consequente poluição dos corpos hídricos e, também, pelo fato de que, para a certificação de produção orgânica, não são aceitos o uso de produtos industrializados.

A rochagem visa oferecer diversas fontes de nutrientes por meio da remineralização, que enriquece solos pobres ou lixiviados, com a adição de determinadas rochas cominuídas, aumento da fertilidade e melhorias nas características texturais do solo, como já demonstrado no trabalho pioneiro no Brasil (Leonardos et al., 1976).

No Brasil a técnica de remineralização tem por base especificações regulamentadas por legislação federal, e se tornou um modelo seguido por países em desenvolvimento (Manning et al., 2020).

A primeira publicação relacionada à rochagem foi no século XIX por Missoux em uma revista científica francesa chamada “Comptes rendus de l'Académie des Sciences” em 1853 – 1854 com o título “Sobre o uso do pó de rochas graníticas como estimulante da vegetação” (Missouz 1853). Posteriormente, no século XIV, o pensador e químico alemão Julius Hensel escreveu “Um dia todo o mundo perceberá

que as plantas precisam de alimentos saudáveis para florescer como o homem ou a fera, e que o esgoto, etc., não era um alimento saudável” (Hensel 1890, p. 4). Em 1892, o mesmo autor apresentou o livro “The Makrobiotic”, mais tarde, um trabalho maior, “Das Leben” e 1894 o livro ‘Bread from stones’ (Hensel, 1894) em que relata o uso do pó de rocha finamente moído para desenvolvimento agrícola e, com o correto manejo, a colheita de plantas saudáveis e imunes de doenças e parasitas.

Décadas depois, Keller trabalhou com os mesmos conceitos e relatou a sua preocupação com o declínio da produtividade agrícola de solos empobrecidos pela prática extrativista, desde a época de Colombo, em que o agricultor reivindicava terras virgens depois de esgotar a produtividade das terras ocupadas anteriormente. Atribuiu a má nutrição dos animais por estes serem alimentados com plantas cultivadas em solos deficientes e da necessidade de adição de nutrientes inorgânicos (minerais) nos solos (Keller 1948).

Nos anos 80, o professor universitário W. S. Fyfe de Ontário-Canadá relatou a sua preocupação no fornecimento de alimentos à humanidade diante dos problemas ambientais globais (Fyfe, 1981). Em experimento em 1983, constatou a eficiência de rochas vulcânicas em disponibilizar de maneira mais rápida, se comparada com rochas ígneas plutônicas, os macronutrientes e micronutrientes além de serem mais eficientes quando comparados aos fertilizantes industrializados, pois além dos macronutrientes N, P e K, forneciam nutrientes como Ca, Mg e micronutrientes (Fyfe et al., 1983).

Os solos são recursos finitos e fundamentais para a produção agrícola (Kopittke et al., 2019), estimam-se perdas de 10 milhões de hectares de terras agricultáveis por ano devido às práticas agrícolas inapropriadas e por mudanças climáticas (Hossain et al., 2020).

Os três principais nutrientes das plantas são o nitrogênio, fósforo e potássio. O potássio (K) e o fósforo (P) são exclusivamente provenientes de materiais geológicos (Manning, 1995), como a silvinita (nome comercial da uma mistura sylvita com a halita) e rochas fosfáticas.

A fabricação de fertilizantes nitrogenados depende em grande parte de processos químicos que derivam N de fontes atmosféricas ou de materiais combustíveis fósseis, com uso excessivo de energia (Manning, 2010). O potássio é o macro nutriente essencial para o crescimento, desenvolvimento das plantas e saúde dos animais (Römheld e Kirkby, 2010). Os depósitos de potássio estão em

grande parte situados nos países do hemisfério norte, em rochas sedimentares do tipo evaporitos (Samantray et al., 2022).

Os solos nos quais ocorre deficiência de potássio variam amplamente e incluem solos arenosos ácidos, solos encharcados e solos salinos (Mengel e Kirkby 2001). O potássio sofre lixiviação com facilidade em ambientes tropicais (Werle et al., 2008) e a sua reposição no solo deveria ser no mínimo o dobro para compensar o que é removido pelas colheitas agrícolas (Manning, 2015)

O Brasil é um país continental com geodiversidades que garante, em quase todo território, em graduação diversa, rochas adequadas para rochagem. Destacam-se os basaltos e dacitos da bacia do Paraná que há tempo são utilizados como remineralizadores em agricultura familiar com certificação orgânica no sul e sudeste do país (Bergmann 2021).

O Continente Sul-Americano é composto por diversos tipos de solos expostos a ambientes e climas diversos. Devido ao fato de ser tropical, temperado e frio, os processos de intemperismo e lixiviação são relativamente intensos e contribuem com o empobrecimento do solo, aumento da acidez, formação de solos com baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e insuficiência de macro e micronutrientes. A CTC é um atributo químico do solo e envolve processos de adsorção relacionados com a carga dos íons presentes nos coloides (partículas menores que 1 μm), que é essencial para manter a sua fertilidade, (Batista et al., 2018).

Os filossilicatos têm grande potencial para aumentar CTC dos solos, porque são estáveis em tamanho coloidal e possuem grupos funcionais originados por substituição isomórfica (nos filossilicatos 2:1) ou por dissociação de hidroxilas (OH^- s nos filossilicatos 2:1 e 1:1) (Azevedo et al., 2012). Adicionalmente, além de elevar a CTC do solo, a disponibilização dos nutrientes através de pó de rocha é lenta, ao contrário dos fertilizantes industrializados, gerando uma fertilização a médio e longo prazo (Blum et al., 1989 a, b).

As técnicas de remineralização têm mostrado ainda serem formas eficientes de sequestro de C, o que torna a prática mais interessante ainda (Swoboda et al. 2021). O clima do planeta e o ciclo do carbono são condicionados pelo intemperismo dos minerais silicáticos, cuja reação química envolve o consumo do CO_2 (Berner, 2004; Walker et al., 1981), e esse processo é acelerado quando se utiliza o pó de rocha em campos de cultivo (Hartmann et al., 2013; Seifritz., 1990). As emissões de óxido nitroso e da amônia, que comprometem a sustentabilidade de sistemas

agrícolas, também podem ser reduzidas nas reações com o uso do pó de rochas silicáticas (Kantola et al., 2017; Webb et al., 2010). A classe mineral mais abundante na crosta terrestre são os silicatos formadores de rochas, vários dos quais contêm todos os elementos minerais essenciais para o desenvolvimento das plantas, com exceção do N e do P (Deer et al., 2013).

Os elementos utilizados em maior quantidade para o desenvolvimento de plantas são os chamados macronutrientes primários compostos pelo nitrogênio, fósforo e potássio, conhecidos por NPK. A indústria sintetiza o adubo nitrogenado com o petróleo e gás natural, adubos fosfatados com o enxofre e rocha fosfática e o potássio com rocha potássica (Malavolta et al. 2000). Além destes, as plantas necessitam em menor quantidade dos macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) e dos micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn). As plantas podem também necessitar de outros elementos, como o cobalto (essencial para a fixação do nitrogênio atmosférico), sódio (controla a pressão osmótica nas células da planta, resultando numa utilização mais eficiente da água), silício (promove o fortalecimento da parede celular das folhas e dos caules ao deixar as plantas mais eretas e aumentar a área de exposição ao sol) e vanádio (Batista et al. 2018).

O Brasil depende da importação de fertilizantes para abastecer o mercado interno e como importador mundial, está catalogado em quarto lugar, com consumo de 8,9% de todo o fertilizante produzido no mundo (ANDA 2006). Em 2021, o Brasil teve que importar 39.201.535 toneladas de fertilizantes (ANDA, 2021). Apesar dessa deficiência, o Brasil não tem ainda políticas públicas que assegurem esses mecanismos de defesa e de acesso a esses insumos (Theodoro & Leonardos, 2016).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho se fundamentou na execução de experimentos com uso de diferentes dosagens de fosfato natural reativo e pó de diabásio em cultivos de milho, alho poró e capim braquiária; o método de avaliação foi por comparação do melhor desenvolvimento da massa biológica mediante ao tratamento aplicado. Para o cultivo do milho foi analisado o peso dos grãos e, tanto o alho poró quanto o capim braquiária, foram analisados o peso da biomassa seca (folha, pseudocaule e raiz).

A coleta de solo foi realizada na profundidade de 15 a 20 cm em porções de 300 gramas, feita com auxílio de enxada ou trado em glebas com a mesma posição

topográfica (solos de morro, meia encosta, baixada etc.), cor do solo, textura (solos argilosos, arenosos), longe de estradas, casas, currais, formigueiros e cupinzeiros conforme instruções do manual do IAC.

A interpretação do teor de nutrientes no solo ou cátions trocáveis foi feita com base nas diretrizes do Boletim nº 100 do Instituto Agrônomo de Campinas. que variaram de acordo com a natureza do nutriente.

As análises químicas do solo foram realizadas pelo laboratório IDEAL Análises Agrícolas e Técnicas Ltda1 (C.R.Q. Nº 29.417-F – 4ª Região- figura 7) que utilizou o método da resina, o método por extração com ácido dietilenotriaminopentacético ($C_{14}H_{23}N_3O_{10}$) e para determinação do pH o método de cloreto de cálcio em solução de 0,01 mol/L. Foram feitas quatro análises da composição química do diabásio: determinação de mercúrio por espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio, absorção atômica determinação por digestão com água régia, perda ao fogo por calcinação de amostra a 405 C° ou 1000C°e por fusão com tetraborato de lítio e quantificação por fluorescência de raios X (figura 8 e 9). A análise mineralógica da Rocha Fosfática foi determinada por Difractometria de Raios X no laboratório do IGC-USP (figura 7).

4.1 Área de Estudo

A área de estudo situa-se no Assentamento de Iperó (SP) nos limites da Floresta Nacional de Ipanema e em parte no seu interior. Especificamente, os testes com uso de pó de rocha (diabásio da Formação Serra Geral e rocha fosfática da Formação Bocaina) foram realizados com solo coletado do Lote do Sr. Sérgio Neri, com três diferentes experimentos, detalhados a seguir.

A escolha desse local se deve ao fato de não ter sido empregado remineralizador ou fosfato natural reativo antes, se tratar de agricultura familiar com produção de produtos orgânicos comercializados através do Instituto Terra Viva e pelo fato de antes do início dos trabalhos, alguns agricultores terem tido a iniciativa de aplicação de pó de rocha em suas culturas.

O município de Iperó, com 53 anos de emancipação, tem uma população estimada em 34.149 habitantes (IBGE, 2016), pertence ao Distrito de Bacaetava, está localizado a 25 km da cidade de Sorocaba e 116 quilômetros da cidade de São Paulo. Os principais acessos são pelas rodovias Raposo Tavares e Presidente Castelo Branco km 116 e 99.



Figura 1 Acessos rodoviários a Flona de Ipanema. (Fonte–Plano de manejo Floresta Nacional de Ipanema 2003)

A sudeste da cidade se localiza a Floresta Nacional de Ipanema (Flona de Ipanema), unidade de conservação florestal fundada por decreto presidencial em 1992 com o objetivo de preservar a mata atlântica da localidade.

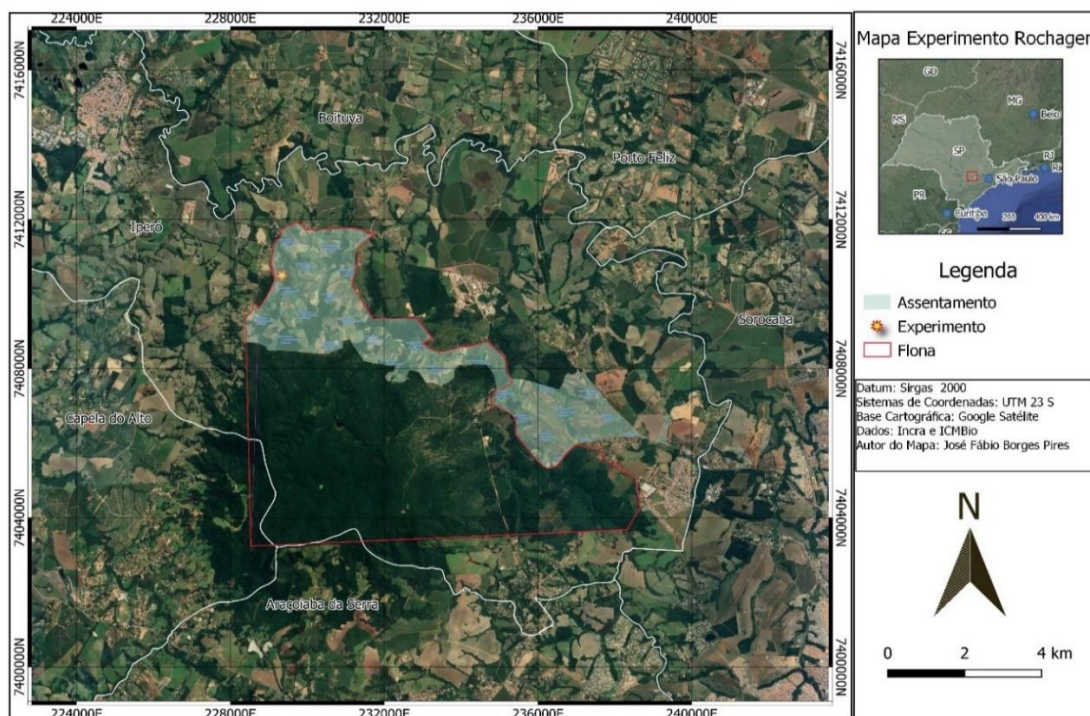


Figura 2 Mapa com localização do Assentamento de Iperó, na parte norte da Flona de Ipanema.

Com área de 5.384ha, o assentamento abriga um dos mais importantes testemunhos geoecológicos do interior do Estado de São Paulo com 980 metros de altura acima do mar denominado “Serra de Araçoiaba que quer dizer “esconderijo do Sol” segundo denominação dada pelos índios tupiniquins (SALAZAR, 1982). Destaca-se pela exuberância de sua fauna e flora que foi preservada compondo a Mata Atlântica e o Cerrado. Possui grande importância científica, ecológica, histórica e socioeconômica (ICMBIO, 2017).

A importância da Serra de Araçoiaba, do ponto de vista geológico, deriva do fato de conter umas das muitas ocorrências de rochas alcalinas do Brasil com concentrações de apatita que despertam especial interesse sobre a área (Davino,1975)



Figura 3 – A Serra de Araçoiaba vista da estrada Ipanema-Porto Feliz (Fonte Davino 1975)

O Assentamento Ipanema está situado a nordeste da Flona de Ipanema (figura 2) e foi constituído com uma área total de 1.712 hectares, dos quais, 1.210 hectares estão dentro da Floresta Nacional de Ipanema (cedida pelo IBAMA) e o restante (502 ha) foi cedido pelo Ministério da Agricultura e Reforma Agrária ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Conta com 153 lotes com cerca de 0.129 km² (12,9 ha) (INCRA, 1997). As principais produções destas famílias são de olerícolas, hortaliças diversas, milho, mandioca, banana e goiaba.

4.2 Geologia Regional

A serra do Araçoiaba está inserida a sudeste da Plataforma Brasileira, na borda leste da bacia do Paraná, onde afloram sedimentos do Grupo Itararé como unidade litoestratigráfica predominante. A Grupo Itararé do período glacial permocarbonífero, inserido na Bacia do Paraná com suas bordas aflorando a sudeste e noroeste com sedimentos de origem glacial (Arab et al., 2009) compostos por arenitos, conglomerados, diamictitos, argilito, siltitos, folhelhos e ritmitos que foram formados em depósitos glaciais continentais, glacio-marinhos, fluviais, deltaicos, lacustres e marinhos; acredita-se que a princípio a sedimentação foi em ambiente glacial. A sua espessura pode chegar a atingir 1.300m no seu centro e é comum a presença de varvitos e diamictitos formados em mares e rios glaciais de latitude (ICMBIO, 2017). O grupo Tubarão (figura 4) é composto arenitos conglomeráticos, siltitos, argilitos, folhelhos, além dos folhelhos pirobetuminosos em alternância rítmica com calcários (Ishikawa 2009).

O Grupo Itararé e Grupo Tubarão repousam sobre o embasamento cristalino pertencente ao Grupo São Roque e à Facies Cantareira (ICMBIO, 2017).

Na região da Flona de Ipanema ocorrem algumas sequências do grupo São Roque tais como filitos, metasiltitos, xistos, quartzitos, anfibolitos e metagabros. Rochas da Fácies Cantareira (graníticas a granodioríticas) ocorrem no entorno do Morro do Araçoiaba.



Figura 4 –Mapa Geológico Regional (adaptado do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, 1963).

Fonte: Davino 2005

O Complexo Alcalino Carbonatítico Ipanema (figura 5), fruto de uma intrusão alcalina (Davino, 1975), relacionada com o processo de abertura do Oceano Atlântico (ICMBIO, 2017), soergueu tanto as rochas encaixantes como os granitos pertencentes à Fácies Cantareira, os metassedimentos do Grupo São Roque e as rochas sedimentares da Formação Itararé. Possui uma área aflorante de 8 km², forma subcircular e medindo em seu ponto mais alto 967 m de altitude.

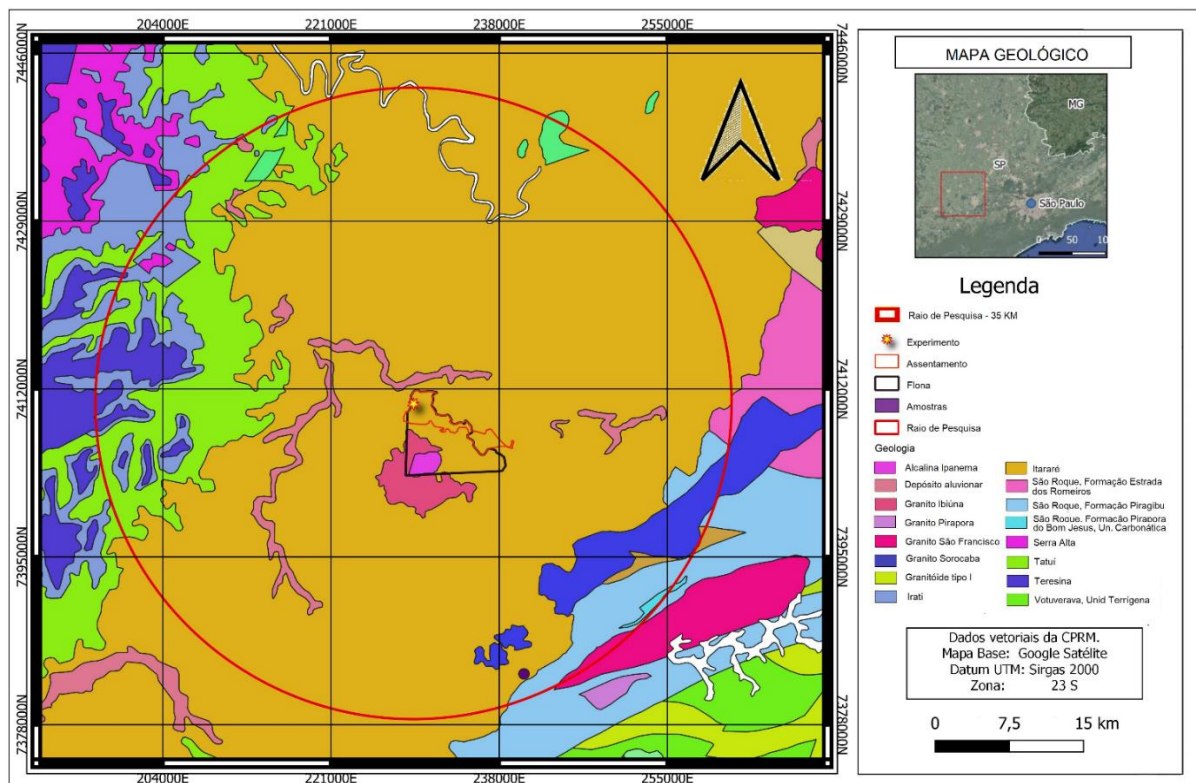


Figura 5 – Mapa geológico da área de estudo.

A composição das rochas encaixantes é de sedimentos e metassedimentos permocarboníferos do Grupo Tubarão (tilito, arenito, siltito, folhelho e ritmitos) e do embasamento cristalino Pré-Cambriano que é composto de granitos, filitos, micaxistos, anfíbolitos, calcários e quartzitos (Rugenski et al., 2006).

O Corpo central Alcalino de Ipanema (figura 6) é dominado por glimerito, shonkinito, clinopiroxenito. As rochas dioríticas e sieníticas foram estabelecidas pelo processo de fenitização. Os glimeritos são cortados por diques de lamprófiros.

(Guarino et al., 2011).

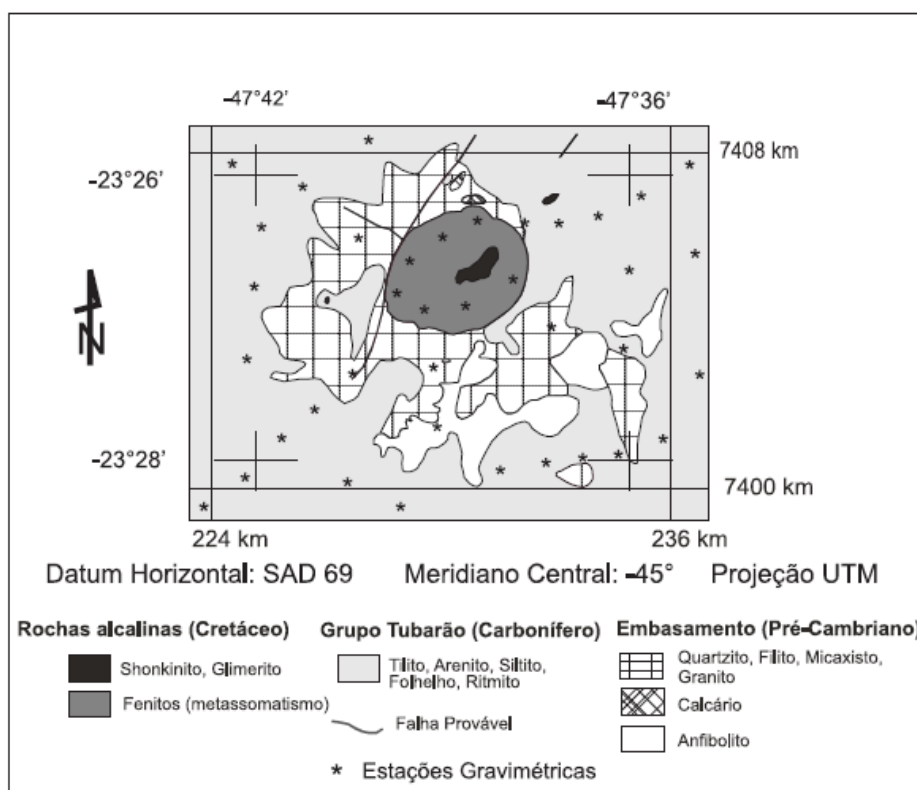


Figura 6– Mapa do corpo central alcalino do complexo Ipanema (Rugenski et al. 2006)

5 RESULTADOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram realizados três experimentos com uso de diferentes dosagens de pó de diabásio e rocha fosfática.

Os presentes experimentos foram realizados de forma piloto, a fim de sensibilizar os agricultores locais, para o uso de remineralizadores, e para se ter uma avaliação preliminar dos benefícios destes.

Nos experimentos foi utilizado o remineralizador que provém da Pedreira Diabásio Eireli, localizada a cerca de 140 km do Assentamento Ipanema; trata-se de resíduos de britagem que são comercializados com o nome de “Reminer GS3” e possui registro no Ministério da Agricultura desde 2018.

A análise química do pó de diabásio foi realizada no SGS GEOSOL Laboratórios Ltda. (tabelas 1 e 2) que utilizou os métodos de análise por determinação de mercúrio por espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio, absorção atômica (CVA02B), por digestão com água régia (ICM14B), por

perda ao fogo por calcinação da amostra a 405°C e/ou 1000°C e por fusão com tetraborato de lítio e quantificação de óxidos maiores por XRF (XRF79C). Como resultado apresentou: teores de CaO = 8,45%, MgO = 4,55%, K₂O = 1,41% e soma de bases = 14,41%, teor de arsênio < 1 ppm, cádmio 0,08 ppm, mercúrio 0,059 ppm e chumbo com 1,3 ppm.

A Instrução Normativa do Ministério de Pecuária e Agricultura (IN MAPA) de 05/2016 estabelece tolerâncias para a soma de bases ($\geq 9\%$ em peso/peso), sílica livre $\leq 25\%$, Arsênio (As) < 15 ppm, Cádmio (Cd) < 10 ppm, Mercúrio (Hg) < 0,1 ppm e Chumbo (Pb) < 200 ppm. O pó de diabásio atende a todos os parâmetros podendo assim ser comercializado como remineralizador de solos (Tabela 1 e 2)

Tabela 1 – Análise química do diabásio da Pedreira Eireli.

GQ1903959

Dados do Cliente

Nome: PEDREIRA DIABASIO EIRELI

Attn.: Marco Baldoni

Endereço: ROD WALDEMAR GERALDO DA MOTA S/N KM 1,5 FAZENDA SAO JOAQUIM 18682000 SP LENCOIS PAULISTA

Referência do Lote de Amostras

Ref. Cliente: Pedido 19/06/2019

Produto: SILICATOS

Projeto: Default

Número de Amostras: 1

Data do Recebimento: 24/07/2019

Data de Envio: 09/08/2019

Completado Em: 09/08/2019

Referência Analítica

CVA02B: Determinação de Hg por Geração de Vapor Frio - Absorção Atômica

ICM14B: Determinação por Digestão com Água Régia - ICP OES / ICP MS

PHY01E: LOI (Loss on ignition) - Perda ao fogo por calcinação da amostra a 405°C e/ou 1000°C

XRF79C: Fusão com tetraborato de lítio e quantificação por XRF

Notas

Laboratório Cadastrado MAPA nº MG-00358.

Legenda

L.D. = Limite de Detecção

BLK = Branco

REP = Replicata

DUP = Duplicata

L.N.R. = Listado e não Recebido

I.S. = Amostra Insuficiente

N.A. = Não Analisado

STD = Padrão

I.N.F. = Não reportado devido a interferentes

OVR = Não Analisado devido ao alto teor

Análises	Hg	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Ca
Método	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B
Unidade	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%
Limite Detecção	0,050	0,01	0,01	1	10	5	0,1	0,02	0,01
BRANCO_PREP	<0,05	<0,01	<0,01	<1	<10	11	<0,1	<0,02	<0,01
pó de basalto	0,059	<0,01	0,85	<1	<10	34	0,3	0,03	1,08
* REP BRANCO_PREP	<0,05								
* STD OREASH1	0,122								
* REP pó de basalto		<0,01	0,82	<1	<10	32	0,3	0,03	1,08
* STD OREAS46		0,01	N.A.	<1	<10	49	0,2	0,03	0,52

Análises	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Ge
Método	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B
Unidade	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM
Limite Detecção	0,01	0,05	0,1	1	0,05	0,5	0,01	0,1	0,1
BRANCO_PREP	0,02	0,19	0,4	8	<0,05	0,9	0,90	0,2	<0,1
pó de basalto	0,08	53,32	18,7	16	0,17	169,2	4,31	6,6	<0,1
* REP pó de basalto	0,07	56,01	19,6	16	0,18	177,7	4,31	6,8	<0,1
* STD OREAS46	0,04	24,53	6,5	23	0,33	21,9	1,34	2,8	<0,1

Análises	Hf	In	K	La	Li	Lu	Mg	Mn	Mo
Método	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B	ICM14B
Unidade	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM
Limite Detecção	0,05	0,02	0,01	0,1	1	0,01	0,01	5	0,05
BRANCO_PREP	<0,05	<0,02	<0,01	0,1	2	<0,01	<0,01	107	0,54
pó de basalto	1,09	0,02	0,06	22,5	3	0,15	0,43	394	0,77
* REP pó de basalto	1,06	0,02	0,06	23,3	3	0,15	0,43	393	0,77
* STD OREAS46	0,21	<0,02	0,09	14,1	7	0,06	0,41	229	0,79

Tabela 2 – Análise química do diabásio da Pedreira Eireli.

Análises	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Re	S	Sb
Método	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148
Unidade	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM
Limite Detecção	0,01	0,05	0,5	50	0,2	0,2	0,1	0,01	0,05
BRANCO_PREP	<0,01	0,07	1,7	<50	1,4	<0,2	<0,1	<0,01	<0,05
pó de basalto	0,21	0,26	15,4	1947	1,3	3,5	<0,1	0,01	<0,05
* REP pó de basalto	0,20	0,23	15,2	1963	1,3	3,8	<0,1	0,01	<0,05
* STD OREAS46	0,06	0,48	14,8	472	1,9	6,7	<0,1	<0,01	0,06

Análises	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Tb	Te	Th	Ti
Método	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148
Unidade	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%
Limite Detecção	0,1	1	0,3	0,5	0,05	0,02	0,05	0,1	0,01
BRANCO_PREP	<0,1	<1	<0,3	4,4	<0,05	<0,02	<0,05	0,2	<0,01
pó de basalto	3,8	<1	1,0	64,2	<0,05	0,78	<0,05	2,0	0,33
* REP pó de basalto	4,0	<1	1,1	62,3	<0,05	0,82	<0,05	2,2	0,32
* STD OREAS46	3,2	<1	0,5	23,0	<0,05	0,21	<0,05	2,7	0,05

Análises	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	SiO2
Método	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	ICM148	XRF79C
Unidade	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%
Limite Detecção	0,02	0,05	1	0,1	0,05	0,1	1	0,5	0,10
BRANCO_PREP	<0,02	<0,05	<1	<0,1	<0,05	<0,1	3	0,8	>99
pó de basalto	<0,02	0,33	273	0,1	18,33	1,2	63	38,3	50,2
* REP pó de basalto	<0,02	0,34	275	0,1	19,31	1,2	62	36,8	
* STD OREAS46	0,03	0,41	18	<0,1	5,17	0,4	19	5,2	
* REP BRANCO_PREP									>99
* STD SG_142									59,8
Análises	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	TiO2	P2O5	Na2O	K2O	MnO
Método	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C
Unidade	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Limite Detecção	0,10	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01
BRANCO_PREP	<0,1	1,28	0,01	<0,1	0,01	<0,01	<0,1	<0,01	0,02
pó de basalto	12,5	15,5	8,45	4,55	3,85	0,50	2,76	1,41	0,22
* REP BRANCO_PREP	<0,1	1,29	<0,01	<0,1	0,02	<0,01	<0,1	<0,01	0,02
* STD SG_142	11,1	13,3	3,34	1,75	0,88	0,36	0,64	2,31	0,28

Análises	LOI
Método	PHY01E
Unidade	%
Limite Detecção	-45,00
BRANCO_PREP	-0,22
pó de basalto	0,19
* REP pó de basalto	0,20
* STD SG_241	12,15


Marcos Filipe Gonçalves Silva
CRQ II 02202046
Responsável Técnico

Os ensaios foram realizados na SGS GEOSOL Laboratórios Ltda. - Rodovia MG 010, Km 24,5 - Bairro Angicos - Vespasiano - MG - Brasil - CEP: 33.200-000
 Telefone +55 31 3045-0261 Fax +55 31 3045-0223 www.sgsgeosol.com.br
 Certificados ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 (ABS 32982 e ABS 39911)

Os resultados expressos neste Certificado se referem somente ao material recebido. Proibida a reprodução parcial deste documento.

Foram realizados também testes com uso do Fosfato Natural de Bonito (MS) da EDEM Agrominerais, produto secundário de fosforito primário da Formação Bocaina (Grupo Corumbá, Ediacarano), com o teor de 15% de P₂O₅, sendo 4,5%

solúvel em ácido cítrico. O Fosfato Natural Reativo é 100% extraído de fosforita sem aditivos químicos sendo apenas cominuído. O remineralizador pode ser agregado em solos para qualquer cultura inclusive a orgânica, com certificação do IBD. O produto favorece a microbiota do solo, fornecendo fosfato (P_2O_5), cerca de 10% de Óxido de Cálcio (CaO), silício e micronutrientes e possui pH neutro. Possui registro no MAPA do produto nº53592.10001-5 e do estabelecimento produtor nº53592-3.

Tabela 03. Detalhe da concentração de P_2O_5 (fonte: Edem Agrominerais)

PÓ DE ROCHA FOSFÁTICA		
Discriminação	Garantia	Unidade Medida
P_2O_5 Total	15,00%	% em Peso
P_2O_5 Solúvel em Ácido Cítrico	4,50%	% em Peso
CaO	10,00%	% em Peso

O resultado da difratometria do pó de rocha fosfática apresentou em sua composição os minerais crandallita $[CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot (H_2O)]$ e wavellita $Al_3(PO_4)_2(OH,F)_3 \cdot 5(H_2O)$ (figura 7).

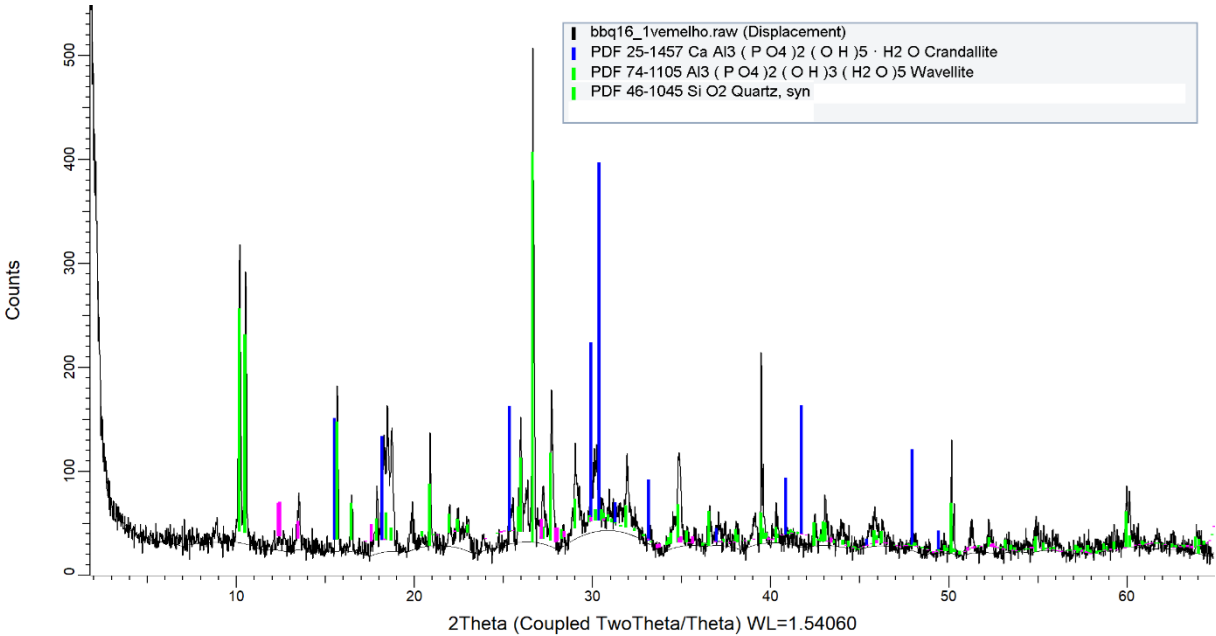


Figura 7. Difratoograma da rocha fosfática.

5.1 Experimento Alho-Poró

O experimento com alho-poró foi realizado no próprio assentamento, em área de Latossolo Vermelho.

O solo do local apresenta matéria orgânica com 14 g/dm³ (Tabela 27) e consiste em latossolos vermelhos e argilosos. A escolha do alho-poró para o experimento se deu em virtude do pouco tempo para o experimento, e por esse cultivar permitir a medição dos diâmetros dos pseudocaules ao longo de seu desenvolvimento.

O cultivo foi realizado com mudas de alho poró em cinco linhas de plantio, separadas em 2 metros, e com 5 m de comprimento cada. Após o plantio, foram eliminados dois metros de cada extremo da fileira, para se evitar o efeito de borda, portanto foram utilizados para cada linha apenas 1 metro da faixa central do cultivo, procedimento este em função da perda dos pés das extremidades, devido a pragas, o que dificultou a análise estatística por repetições.

As fileiras foram numeradas de zero a quatro e com aplicação de pó de rocha conforme abaixo (figura 8), com base na estimativa de K₂O e P₂O₅ necessárias para o cultivo, com base no Boletim Técnico do IAC n. 100 (tabela 4).

- T0 - Sem adição de pó de diabásio e de pó de rocha fosfática.
- T1 - 14,40 g de pó de rocha fosfática.
- T2 - 34,04 g de pó de diabásio.
- T3 - mistura de 34,04 g de pó de diabásio + 14,4 g de pó de rocha fosfática.
- T4 - 68,08 g de pó de diabásio + 14,40 g de pó de rocha fosfática.



Figura 8. Detalhe da plantação de alho-poró



Figura 9. Detalhe da plantação de alho-poró feito no assentamento de Iperó -SP em 19/08/2022

Tabela 4 – Cálculo da quantidade do pó de diabásio e pó de rocha fosfática por parcela, para o cultivo de alho-poró, com base no Boletim Técnico do IAC, n. 100, e análise do solo.

Adubação K ₂ O e P ₂ O ₅ em gramas por cova				
IAC 100 BOLETIM TÉCNICO N° 100 2° EDIÇÃO				
Cultura Alho-poró				
	Dose	Pó Diabásio g	Dose	Pó Fosfato g
PARCELA T 0	0	0	0	0
PARCELA T 1	0	0	1	14,4
PARCELA T 2	1	34,04	0	0
PARCELA T 3	1	34,04	1	14,4
PARCELA T 4	2	68,08	1	14,4

O cálculo das adubações segue as recomendações do boletim técnico 1000, IAC 2° edição cuja dosagem para o pó de rocha fosfática foi de 2,4 toneladas por hectare, correspondendo a 14,4 gramas por cova com área de 0.06m² e para o pó de diabásio a recomendação foi de 5,6 toneladas por hectare correspondendo a 34,04 gramas por cova com a mesma área de 0.06m².

Tabela5. Cálculo tonelagem recomendada.

P ₂ O ₅ 15%		K ₂ O 1,41%	
100 kg	15 kg	100 kg	1,41 kg
X	360 kg	X	80 kg
X= 2400 kg / ha		X= 5673,75 kg / ha	

Tabela 6 – Boletim Técnico do IAC, n. 100

Recomendações de adubação e calagem...						
18.8 Alho-poró e cebolinha						
Espaçamento: 0,40 x 0,15 m (alho porro); 0,25 x 0,15 m (cebolinha).						
Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80%.						
Adubação orgânica: Aplicar, cerca de 30 dias antes do transplante das mudas, 40 a 60 t/ha de esterco de curral bem curtido ou 1/4 dessa quantidade de esterco de galinha curtido.						
Adubação mineral de plantio: Empregar de acordo com a análise de solo e as especificações da seguinte tabela:						
Nitrogênio	P resina, mg/dm ³			K ⁺ trocável, mmol _c /dm ³		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P ₂ O ₅ , kg/ha			K ₂ O, kg/ha		
40	360	240	120	160	120	80

No dia 05 de novembro de 2022, 77 dias após o plantio, foi feita a colheita do alho poró, quatro plantas por parcela sendo que cada planta possuía três pseudocaules. O desenvolvimento das plantas foi prejudicado devido à falta de chuva, ao ataque de pragas e à precocidade da colheita. Para a avaliação do alho poró, as medidas de biometria escolhidas foram o diâmetro do pseudocaule, o peso da biomassa antes e depois da secagem. As principais partes da planta utilizadas foram: raiz, pseudocaule e folhas podendo assim se observar onde, por exemplo, pode ter maior acúmulo de biomassa e fazer relações entre as partes da planta.



Figura 10 Alho Poró dividido em raiz, pseudocaule e folhas.



Figura 11. Colheita do Alho Poró em 05 de novembro de 2022

5.1.1 Medidas Biomassa antes da Secagem.

Tabela 7 –Diâmetro do pseudocaule do alho poró em função do tratamento

Dose			Plantas	Medida Pseudocaule em Milímetros				
	A	B	C	Média mm				
Tratamento	Pó Rocha Fosfática mg	Pó Diabásio mg	4 Plantas por Tratamento	3 Pseudocauls por planta				
To	0 g	0 g	1	3,4	4,5	4	3,97	4,28
			2	4,6	3,7	3,9	4,07	
			3	5,4	2,5	4,8	4,23	
			4	5,8	4,5	4,2	4,83	
T1	14,4 g	0 g	1	5,8	6	6,8	6,20	5,96
			2	5,3	6,1	4,6	5,33	
			3	5,1	4,7	3,2	4,33	
			4	9,1	8,2	6,6	7,97	
T2	0 g	34,04 g	1	11,3	7,8	4,4	7,83	9,42
			2	10,7	9	13,2	10,97	
			3	6,8	10,1	8,5	8,47	
			4	11,8	8,5	10,9	10,40	
T3	14,4 g	34,04 g	1	8,4	4,7	8,4	7,17	6,40
			2	3,5	3,4	7,3	4,73	
			3	5,4	6,3	7,7	6,47	
			4	9,2	6	6,5	7,23	
T4	14,4 g	68,08 g	1	9	10	7,3	8,77	9,00
			2	9,7	9,2	9,3	9,40	
			3	7,7	8,8	8,6	8,37	
			4	8,7	10,1	9,6	9,47	

Tabela 8 –Gráfico do diâmetro do pseudocaule do alho poró em função do tratamento

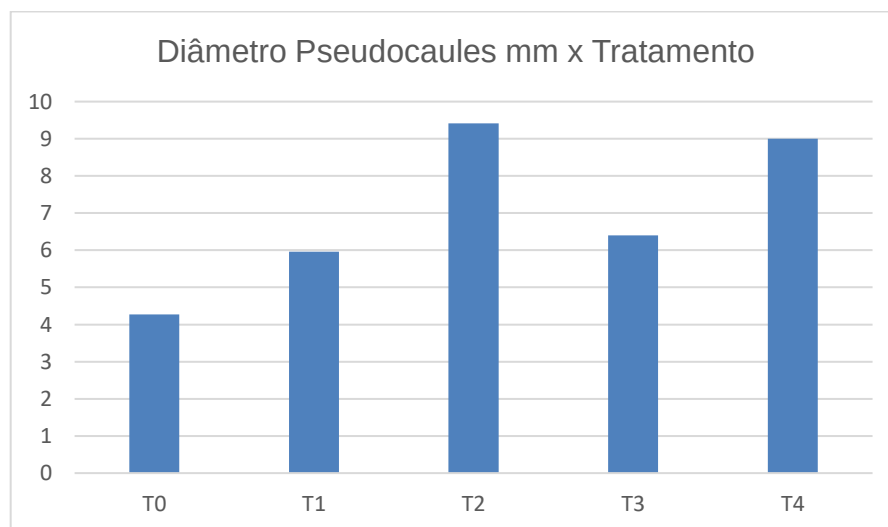




Figura 12. Preparação para pesagem do Alho Poró.

Tabela 9 – Tabela peso biomassa do alho poró antes da secagem.

Tratamento	Dose		Folhas	Peso em gramas		
	Pó Rocha Fosfática mg	Pó Diabásio mg		Raízes	Pseudo caule	Peso Total gramas
T0	0 g	0 g	242,01	42,13	34,52	318,66
T1	14,4 g	0 g	311,05	42,24	42,4	395,69
T2	0 g	34,04 g	278,09	38,82	39,27	356,18
T3	14,4 g	34,04 g	154,33	19,9	19,71	193,94
T4	14,4 g	68,08 g	276,5	30,23	37,54	344,27

Tabela 10 – Gráfico. peso em gramas da biomassa total do alho poró x tratamento.

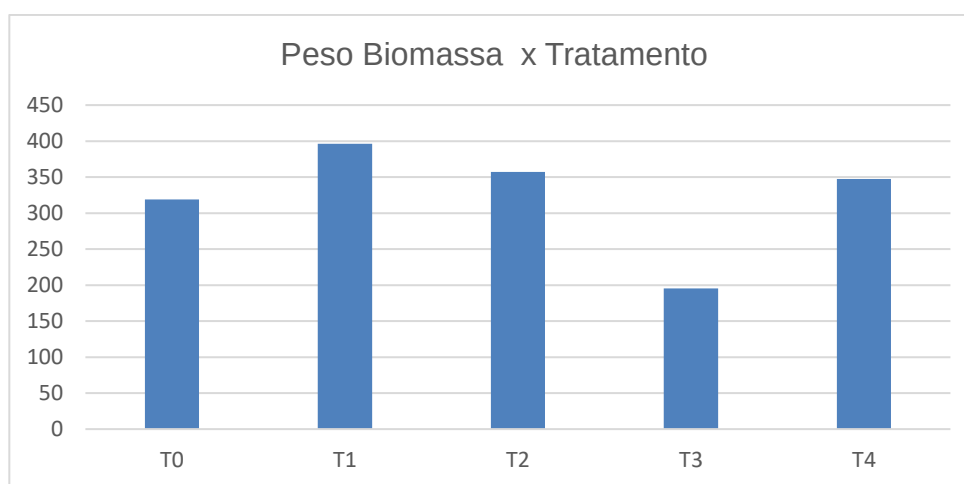


Tabela 11 – Gráfico peso em gramas das folhas do alho poró x tratamento.

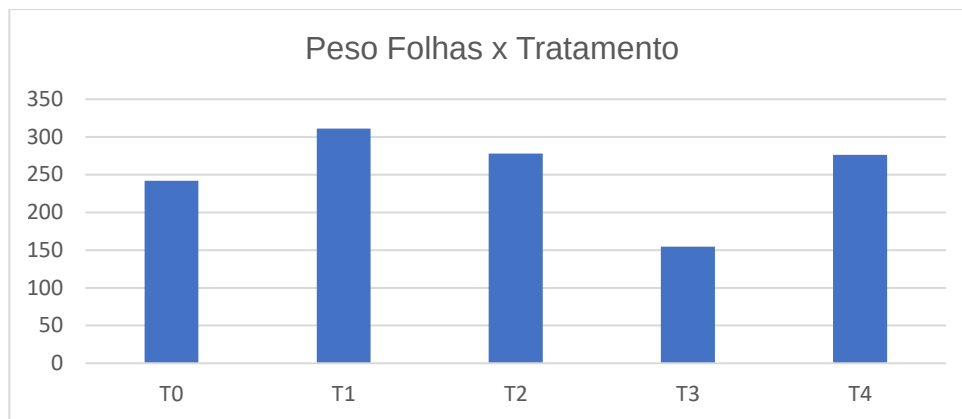
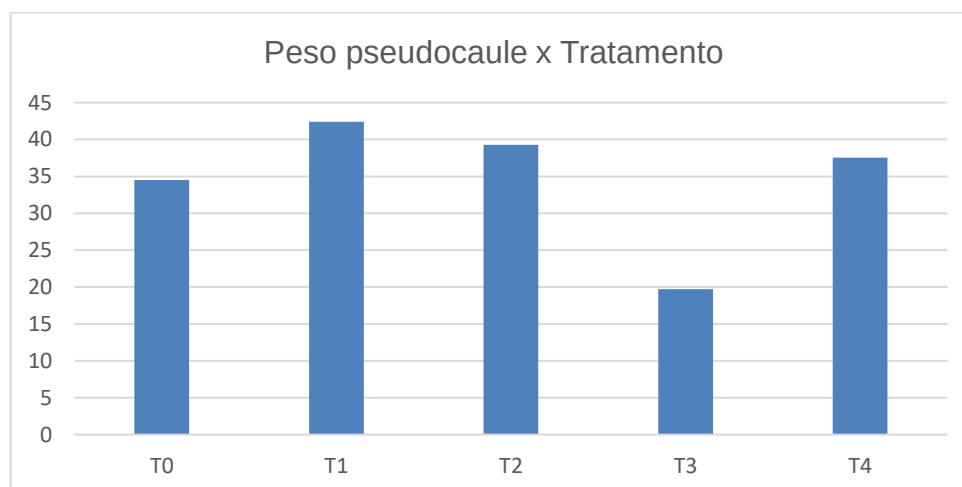


Tabela 12– Gráfico peso em gramas da raiz em gramas do alho poró x tratamento.



Tabela 13– Gráfico peso em gramas da pseudo caule do alho poró x tratamento.



5.1.2 Medidas Biomassa Seca.



Figura 13. Biomassa desidratada em estufa a 50°C

Tabela 14 – Peso da biomassa do alho poró depois da secagem.

Tratamento	Dose		Folhas	Peso em gramas		
	Pó Rocha Fosfática mg	Pó Diabásio mg		Raízes	Pseudo caule	Peso Total gramas
T0	0 g	0 g	31,58	7,76	8,54	47,88
T1	14,4 g	0 g	39,37	6,69	9,92	55,80
T2	0 g	34,04 g	31,17	6,49	13,62	51,28
T3	14,4 g	34,04 g	18,58	3,29	3,76	25,63
T4	14,4 g	68,08 g	36,01	4,52	9,52	50,05

Tabela 15 – Gráfico. peso em gramas biomassa do alho poró x tratamento. Doses fosfato natural: reativo T0=0 g, T1=14,4 g, T2=0 g, T3=14,4 g, T4=14,4 g. Doses pó de diabásio: T0=0 g, T1=0 g, T2=34,04 g, T3=34,04 g, T4=68,08g

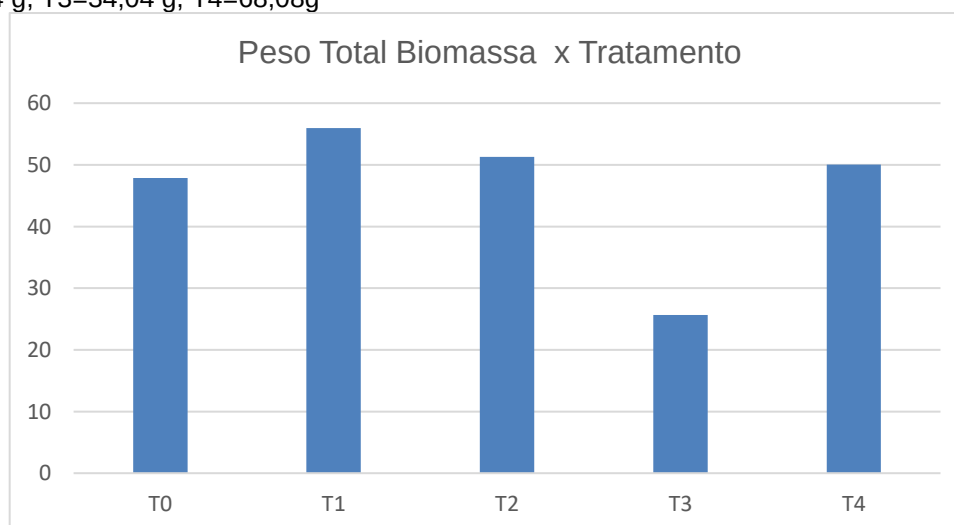


Tabela 16 – Gráfico peso em gramas das folhas de alho poró x tratamento. Doses fosfato natural: reativo T0=0 g, T1=14,4 g, T2=0 g, T3=14,4 g, T4=14,4 g. Doses pó de diabásio: T0=0 g, T1=0 g, T2=34,04 g, T3=34,04 g, T4=68,08g

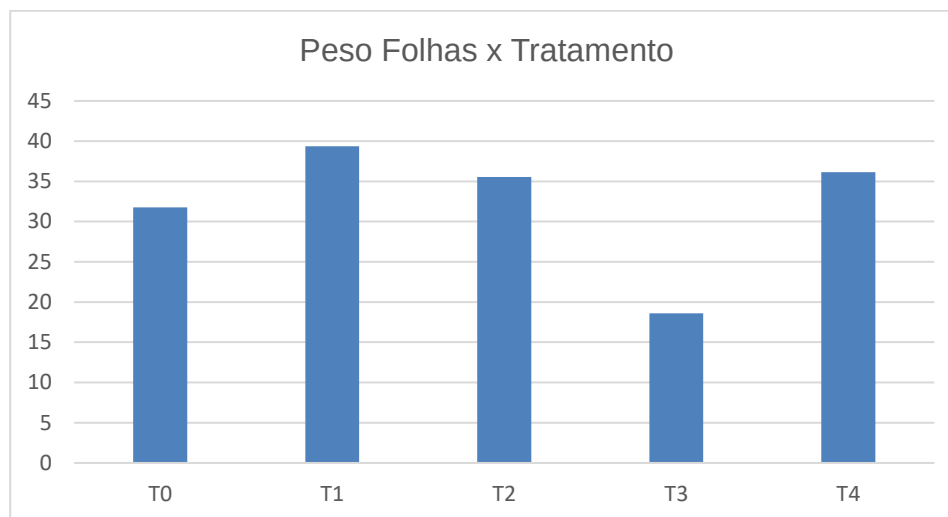
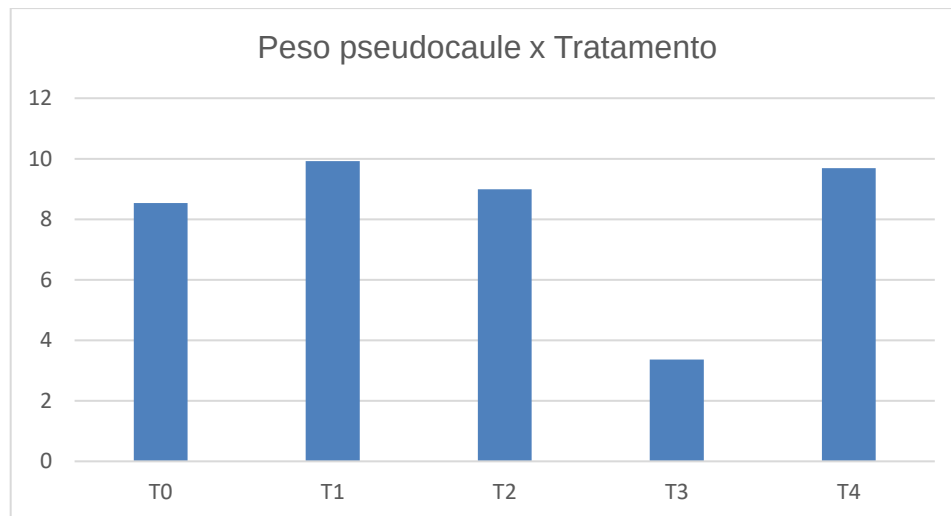


Tabela 17 – Gráfico peso raiz do alho poró x tratamento. Doses fosfato natural: reativo T0=0 g, T1=14,4 g, T2=0 g, T3=14,4 g, T4=14,4 g. Doses pó de diabásio: T0=0 g, T1=0 g, T2=34,04 g, T3=34,04 g, T4=68,08g



Tabela 18 – Gráfico peso pseudocaule alho poró x tratamento. Doses fosfato natural: reativo T0=0 g, T1=14,4 g, T2=0 g, T3=14,4 g, T4=14,4 g. Doses pó de diabásio: T0=0 g, T1=0 g, T2=34,04 g, T3=34,04 g, T4=68,08g



5.2 Experimento com Milho.

O experimento com milho (Figura 14) foi desenvolvido anteriormente por Lorenzo Cassaro e Mariane Zanetti Polito (Instituto de Geociências - USP) e Victória Carolina Basso (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz – USP), relacionado ao projeto “Aprender com comunidades agrícolas como aplicar e usar nova técnica de fertilização através de rochagem” inserido no Programa Aprender com a Comunidade - USP no assentamento orgânico do Sr. Sérgio Antônio Neri em Iperó-SP, tendo sido acompanhado e analisado também no presente trabalho. Esse experimento foi realizado no mesmo tipo de solo dos demais, com plantio de milho em parcelas de 1 m², com uso de diferentes quantidades de pó de rocha fosfática. Houve a adubação diretamente nos sulcos abertos devido à baixa mobilidade do fosfato quando aplicado na terra.



Figura 14. Detalhe da plantação de milho feito no assentamento de Iperó -Sp

A área foi dividida em 10 parcelas (10 plantas), sendo 4 de repetição e 2 de controle, dobrando a dosagem inicial de 124 gramas do composto a cada divisão.

Com base no Boletim Técnico do IAC n. 100, se calculou a necessidade mínima de 124 g de fosfato natural reativo, a qual seria a quantidade mínima equivalente a P_2O_5 em função das condições químicas originais do solo, sem aditivos, aqui denominada “dose”.

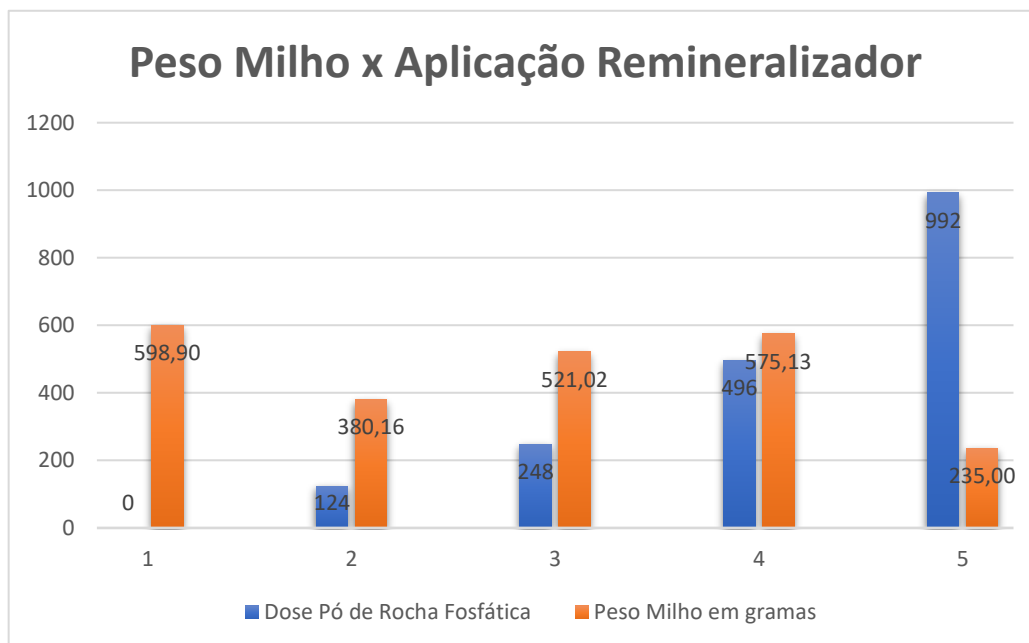
Foi realizado o plantio de 20 sementes de milho em cada sulco, totalizando 400 sementes cultivadas, com o peso do milho em grãos produzido, conforme apresentado na tabela abaixo:

Tabela 19 – Dosagens pó de rocha fosfática aplicada na cultura de milho nas parcelas A e B.

Tratamento	Dose em gramas Pó Rocha Fosfática	Repetição		Média
		A	B	
		Peso Milho em gramas	Peso gramas	
1	0 g	401,14	796,66	598,90
2	124 g	196,36	563,95	380,16
3	248 g	460,68	581,36	521,02
4	496 g	523,87	626,38	575,13
5	992 g	230,31	239,68	235,00

No gráfico da tabela 20 é apresentado o peso x dose de fosfato das amostras coletadas, após o milho ser debulhado.

Tabela 20 - Resultados da aplicação de pó de Rocha Fosfática x média de peso obtido em grãos de milho.



5.3 Experimento Capim Braquiária

O presente experimento foi montado inicialmente para Projeto de IC de Lorenzo Cassaro, mas não foi obtido êxito, por não obter germinação. Foram aproveitados os mesmos vasos sem renovação da mistura solo e agromineral. Cada vaso tem capacidade para 3,4 litros e foi usado o mesmo solo do experimento com o alho-poró. As dosagens aplicadas de agrominerais foram:

1. Seis vasos apenas com o solo, sem adição de nenhum pó de rocha.
2. Seis vasos com adição de 18 gramas de pó de diabásio,
3. Seis vasos plásticos com 9g de pó de diabásio e 9g de rocha fosfática
4. Quatro vasos com 9g de pó de diabásio, 9g de fosfato e folhelho.



Figura 15. Detalhe da plantação do capim braquiária feito em vasos na área externa do IGC.

O folhelho utilizado foi retirado de um afloramento do Grupo Itararé em corte de estrada da rodovia Castelo Branco situado a 20 km do assentamento e não foram feitas análises químicas de sua constituição. O cálculo das adubações segue as recomendações do boletim técnico 1000, IAC 2ª edição cuja dosagem foi de 4 toneladas por hectare correspondendo a 18 gramas por vaso com área de 0.0429m². No dia 24 de julho de 2020 foi feito o plantio e após 15 dias as sementes começaram a ser germinadas conforme se observa na figura 15.

A análise do peso da biomassa vegetal é um parâmetro que correlaciona com o desenvolvimento da planta mediante ao tratamento dado. Neste experimento foram coletados e pesados separadamente após a secagem o peso total, o peso das folhas e raízes do capim. No dia 17 de novembro de 2022 foi feita a colheita e lavagem das raízes para secagem (figura 16)



Figura 16. Colheita do capim e lavagem das raízes.



Figura 17 Preparação do capim para secagem em estufa.

Após a colheita do capim braquiária com parte aérea e raízes lavadas, foram levadas para estufa com temperatura à 60C° e posteriormente pesadas. (figuras 17 e18)



Figura 18 –Capim desidratado sendo pesado.



Figura 19 –detalhe do corte que separou a parte aérea das raízes do vegetal (A) e secagem em estufa a 60 C° (B).

Tabela 21 – Tabela com peso em gramas das folhas do capim braquiária com os tratamentos

				FOLHAS						
Dose em gramas				Repetições						
				A	B	C	D	E	F	Média gramas
Tratamento	Pó	Pó Rocha	Folhelho	Peso Folha em gramas						
	Diabásio	Fosfática	Triturado							
1	0 g	0 g	0g	3,44	4,89	2,33	2,78	2,29	2,16	2,98
2	18 g	0 g	0g	3,25	3,77	4,07	3,87	3,27	3,39	3,60
3	9 g	9 g	0g	5,04	2,15	2,81	5,67	5,16	5,36	4,37
4	9 g	9 g	Aplicado	3,91	3,83	4,61	3,73			2,68

Tabela 22 – Gráfico do peso em gramas das folhas do capim braquiária x tratamento.

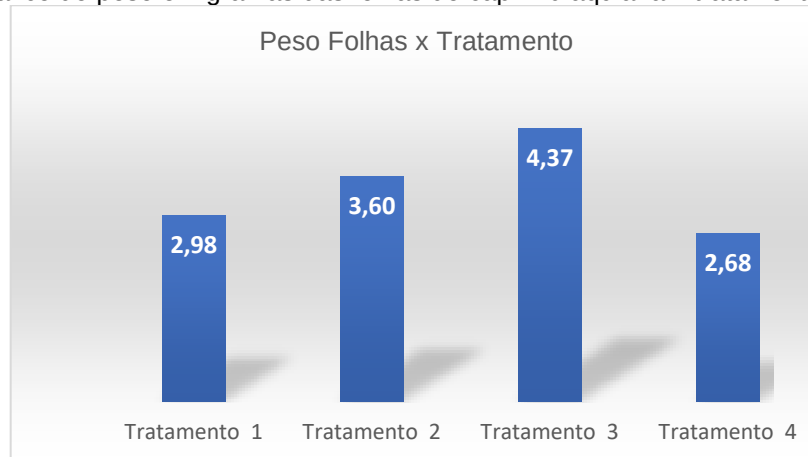


Tabela 23 – Tabela com peso em gramas das raízes do capim braquiária com os tratamentos

				RAÍZES						
Dose em gramas				Repetições						
				A	B	C	D	E	F	Média gramas
Tratamento	Pó Diabásio	Pó Rocha Fosfática	Folhelho Triturado	Peso Raízes em gramas						
1	0 g	0 g	0g	6,47	11,26	4,89	7,23	5,86	6,83	7,09
2	18 g	0 g	0g	4,12	7,71	9,96	12,33	7,15	5,3	7,76
3	9 g	9 g	0g	6,13	3,56	3,96	10,23	7,42	9,47	6,80
4	9 g	9 g	Aplicado	5,14	4,85	7,89	4,16			3,67

Tabela 24 – Gráfico do peso em gramas das raízes do capim braquiária x tratamento

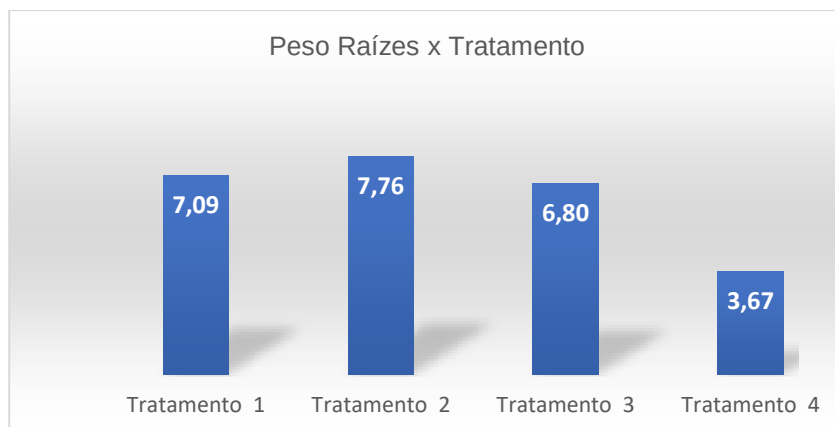
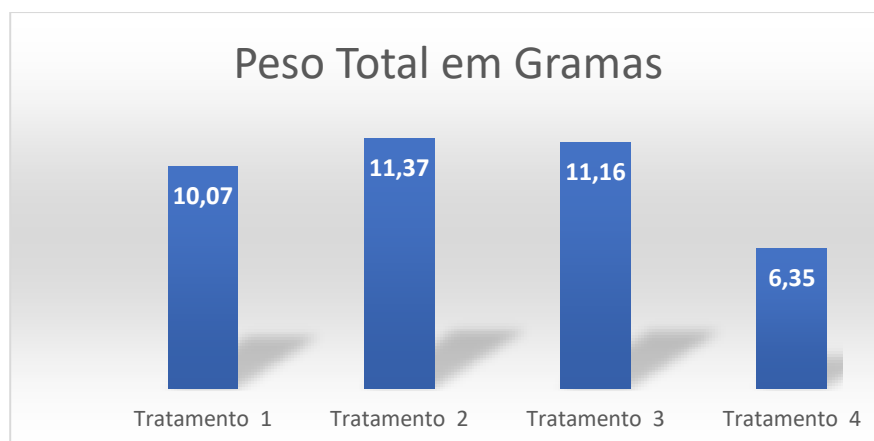


Tabela 25 – Tabela do peso em gramas da biomassa total do capim braquiária com tratamentos

PESO TOTAL										
Dose em gramas				Repetições						Média gramas
				A	B	C	D	E	F	
Tratamento	Pó Diabásio	Pó Rocha Fosfática	Folhelho Triturado	Peso Total em gramas						
1	0 g	0 g	0g	9,91	16,15	7,22	10,01	8,15	8,99	10,07
2	18 g	0 g	0g	7,37	11,48	14,03	16,2	10,42	8,69	11,37
3	9 g	9 g	0g	11,17	5,71	6,77	15,9	12,58	14,83	11,16
4	9 g	9 g	Aplicado	9,05	8,68	12,50	7,89			6,35

Tabela 26 – – Gráfico do peso em gramas da biomassa total do capim braquiária x tratamento



6 INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 Alho Poró

6.1.1 medidas biomassa desidratada

6.1.1.1 peso total de biomassa

O experimento mostrou, apesar de não ser conclusivo devido a pequena quantidade amostral do alho poró colhido, que as parcelas com melhor desempenho em função da adição de remineralizador (tabela 12 e 13), foram respectivamente: T1, T2, T4 e T3. O resultado diferiu do esperado pois o tratamento 3 (dose única de pó de diabásio 34,04 g + dose única de pó de rocha fosfática 14,4 g) por conter as duas fontes de remineralizador, se esperou melhor desenvolvimento, mas ocorreu o oposto; a causa foi o ataque de pragas sobre essa linha, o que prejudicou o desenvolvimento das plantas. O tratamento 1 (dose única de pó de rocha fosfática 14,4 g) obteve o melhor desenvolvimento, porém as raízes do tratamento 0 se desenvolveram mais; esta linha de plantação foi beneficiada por estar próxima (dois metros de distância) de uma cultura de batata que era irrigada, contribuiu para o solo ficar mais úmido e um melhor desenvolvimento radicular do alho poró em T0.

6.1.1.2 peso de folhas e peso do pseudocaule

Os tratamentos, os mais eficientes foram respectivamente T1, T4, T2, T0 e T3. O resultado difere do anterior (5.1.1.1) pois o tratamento 4 (dose dupla de pó de diabásio) indicou que a aplicação dos dois remineralizadores (tratamento 4) favoreceu positivamente ao desempenho.

6.1.1.3 peso da raiz

Os tratamentos mais eficientes foram respectivamente T1, T2, T4 e T3, (tabelas 12 e 15). Ao contrário do esperado, o tratamento T0, (sem aplicação de quaisquer remineralizador) teve o melhor desempenho, mas analisando mais profundamente, a tabela 15, que pode ser comparada com a distribuição em que foi plantado o alho poró em planta baixa (5 parcelas de 5 metros por 2 metros de largura), nota-se que o peso da raiz aumenta da esquerda para direita (de T0 a T4) com exceção da parcela com tratamento T3 (houve ataque de pragas).

O peso maior em T0 pode ser atribuído ao fato de que localmente, a uma

distância de 2 metros a sua esquerda, havia uma plantação de batata doce do assentamento que era irrigada. e que, por diferença de potencial hidráulico, a linha de plantação onde estava T0 poderia ser beneficiada seguida pelas parcelas T1, T2, T3 e T4. (o terreno possui leve declive de T0 a T4).

A parcela T3 teoricamente deveria ser a de melhor desempenho no crescimento do alho poró, mas neste experimento, houve ataque de pragas que impediram o desenvolvimento nesta linha das plantas.

6.2 Milho

Se descartarmos as parcelas das bordas (parcelas 1 e 5), que tiveram maiores interferências externas, nota-se que o desenvolvimento do milho melhorou na medida em que se aumentou a dose de remineralizador (tabelas 17 e 18). A dose de 496g de pó de rocha fosfática foi a mais adequada.

6.3 Braquiária

Na segunda tentativa de plantio (40 dias após remineralização), houve a germinação e crescimento do capim braquiária. Após 116 dias, o capim foi colhido, seco em estufa e pesado (parte aérea e raiz).

6.3.1 Parte aérea da planta

O Tratamento 3 com 9 g de pó de rocha fosfática e 9 gramas de pó de diabásio mostrou ser mais adequado pois as plantas tiveram um melhor desenvolvimento da parte aérea seguido pelos tratamentos: T2, T1 e T4.

6.3.2 Raízes

O Tratamento 2 com 0 g de pó de rocha fosfática e 18 gramas de pó de diabásio mostrou melhor desenvolvimento das raízes seguido pelos tratamentos: T1, T3 e T4.

6.3.3 Raízes e parte aérea

O Tratamento 2 novamente teve melhor desempenho, seguido pelos Tratamentos T3, T1 e T4.

6.3.4 Análises do solo e rocha

O resultado da amostra 1011 é do solo onde se realizou o plantio, a coleta foi feita com antecedência e apresentou 5,9 de PH, 14 g/dm³ de matéria orgânica, 19 mg / dm³ de fósforo, 4,8 mmolc/dm³ de potássio, 46 mmolc/dm³ de cálcio

Tabela 27 – Análise química do solo antes do plantio das culturas- amostra 1011

IDEAL Análises Agrícolas e Técnicas Ltda
 Registrado no C.R.Q. N° 29.417-F – 4ª Região



N°Laudo	Entrada	Emissão	Mat.Analisado	Pagina
0459	27/06/2022	04/07/2022	Solo	3 de 3

Solicitante:

Paulo Cesar Boggiani
 R. Vicenta Domingues Ayres, 72
 São Paulo - SP

Interessado:

Iperó

N° Lab	Identificação da (s) Amostra (s)
1006	Am. 79
1007	Am. 80
1008	Am. 81
1009	Am. 83
1010	Am. Castelinho
1011	Sergio experimento

Determinações:			Resultado (s) da (s) Amostra (s)									
N° do Laboratório			1006	1007	1008	1009	1010	1011	-	-	-	-
pH	pH	CaCl2	5,4	4,8	4,4	5,2	5,5	5,9	-	-	-	-
M.O	Mat. Orgânica	g/dm ³	7	17	17	18	20	14	-	-	-	-
P	Fósforo	mg/dm ³	11	1	4	4	8	19	-	-	-	-
K	Potássio	mmolc/dm ³	3,1	1,1	0,6	8,3	4,0	4,8	-	-	-	-
Ca	Cálcio	mmolc/dm ³	15	2	2	44	45	46	-	-	-	-
Mg	Magnésio	mmolc/dm ³	5	1	1	15	20	15	-	-	-	-
H+Al	H+Al	mmolc/dm ³	20	34	80	42	25	25	-	-	-	-
Al	Alumínio	mmolc/dm ³	0	2	6	0	0	0	-	-	-	-
SB	Soma de Bases	mmolc/dm ³	23	4	4	67	69	66	-	-	-	-
CTC	C.T.Cations	mmolc/dm ³	43	38	84	109	94	91	-	-	-	-
V%	Sat. por Bases	%	54	11	4	62	73	72	-	-	-	-
m%	Sat. por Al	%	0	33	63	0	0	0	-	-	-	-
S-SO4	Enxofre	mg/dm ³	2	2	3	4	2	3	-	-	-	-
B	Boro	mg/dm ³	0,18	0,13	0,12	0,20	0,13	0,12	-	-	-	-
Cu	Cobre	mg/dm ³	0,6	0,2	0,2	0,4	0,8	0,4	-	-	-	-
Fe	Ferro	mg/dm ³	16	2	2	38	32	10	-	-	-	-
Mn	Manganês	mg/dm ³	5,0	0,4	0,4	11,2	0,4	5,8	-	-	-	-
Zn	Zinco	mg/dm ³	1,8	0,1	0,1	1,0	1,2	2,4	-	-	-	-
K/CTC	% de K na CTC		7,2	2,9	0,7	7,6	4,3	5,3	-	-	-	-
Ca/CTC	% de Ca na CTC		34,8	5,2	2,4	40,3	47,9	50,7	-	-	-	-
Mg/CTC	% de Mg na CTC		11,6	2,6	1,2	13,7	21,3	16,5	-	-	-	-
P/Mn	P/Mn		2,2	2,5	10,0	0,4	20,0	3,3	-	-	-	-
P/Zn	P/Zn		6,1	10,0	40,0	4,0	6,7	7,9	-	-	-	-
K/Ca	K/Ca		0,2	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-
K/Mg	K/Mg		0,6	1,1	0,6	0,6	0,2	0,3	-	-	-	-
K/Mn	K/Mn		0,6	2,8	1,5	0,7	10,0	0,8	-	-	-	-
Ca/Mg	Ca/Mg		3,0	2,0	2,0	2,9	2,3	3,1	-	-	-	-
Ca/Mn	Ca/Mn		3,0	5,0	5,0	3,9	112,5	7,9	-	-	-	-
Fe/Mn	Fe/Mn		3,2	5,0	5,0	3,4	80,0	1,7	-	-	-	-

Metodologia Utilizada

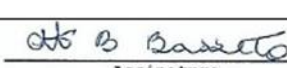
P - K - Ca - Mg = Resina

B - H2O Quente

SO4 - Fosfato Monocalcio 0,01M Relação 1:2,5

Cu - Fe - Mn - Zn - Extração p/ DTPA

Responsável: MARIA SALETE DE BRITO BASSETO
 C. R. Q. N°.04405780
 4ª Região


Assinatura

Foram coletadas amostras de solo dos vasos com os tratamentos T2, T3 e T4 para análise química (tabela 28) e comparando os resultados com a análise anterior, do solo sem remineralizador (tabela 27) verificou-se que acidez praticamente não alterou após o plantio do capim braquiária (figura 23, tabelas 25 e 26), assim como o potássio, apesar da dose em T2 ser o dobro de T3 e T4, algumas possibilidades seriam a. presença de filossilicato 2:1 fixadores de K no solo, lixiviação intensa, consumo pela planta, fonte de K pouco solúvel e no caso do tratamento com folhelho, a chance de ter ocorrido fixação em filossilicato 2:1 pode ser maior pela presença de 2:1 no folhelho.

Tabela 28 – Dados referente às análises do solo após o plantio do capim braquiária.

IDEAL Análises Agrícolas e Técnicas Ltda
 Registrado no C.R.Q. N° 29.417-F – 4ª Região



N° Laudo	Entrada	Emissão	Mat. Analisado	Pagina
0881	07/11/2022	11/11/2022	Solo	1 de 1

Solicitante:

Paulo Cesar Boggiani
 R. Vicenta Domingues Ayres, 72
 São Paulo - SP

Interessado:

José Fabio Borges Pires

N° Lab	Identificação da (s) Amostra (s)
2180	T 2 - 18g K ₂ O
2181	T 3 - 9g K ₂ O + 9g P ₂ O ₅
2182	T 4 - 9g K ₂ O + 9g P ₂ O ₅ + Folhelho

Determinações		Resultado (s) da (s) Amostra (s)									
N° do Laboratório		2180	2181	2182	-	-	-	-	-	-	-
pH	pH	6,1	6,0	6,3	-	-	-	-	-	-	-
M.O	Mat. Orgânica	14	13	11	-	-	-	-	-	-	-
P	Fósforo	88	107	79	-	-	-	-	-	-	-
K	Potássio	6,7	6,6	6,4	-	-	-	-	-	-	-
Ca	Cálcio	50	61	84	-	-	-	-	-	-	-
Mg	Magnésio	16	16	17	-	-	-	-	-	-	-
H+Al	H+Al	18	20	16	-	-	-	-	-	-	-
Al	Alumínio	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
SB	Soma de Bases	73	84	107	-	-	-	-	-	-	-
CTC	C.T. Cations	91	104	123	-	-	-	-	-	-	-
V%	Sat. por Bases	80	81	87	-	-	-	-	-	-	-
m%	Sat. por Al	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
S-SO4	Enxofre	4	3	4	-	-	-	-	-	-	-
B	Boro	0,21	0,20	0,17	-	-	-	-	-	-	-
Cu	Cobre	0,6	0,6	0,4	-	-	-	-	-	-	-
Fe	Ferro	8	12	6	-	-	-	-	-	-	-
Mn	Manganês	39,2	34,4	23,6	-	-	-	-	-	-	-
Zn	Zinco	3,6	3,0	2,6	-	-	-	-	-	-	-
K/CTC	% de K na CTC	7,4	6,4	5,2	-	-	-	-	-	-	-
Ca/CTC	% de Ca na CTC	55,1	58,9	68,1	-	-	-	-	-	-	-
Mg/CTC	% de Mg na CTC	17,6	15,4	13,8	-	-	-	-	-	-	-
P/Mn	P/Mn	2,2	3,1	3,3	-	-	-	-	-	-	-
P/Zn	P/Zn	24,4	35,7	30,4	-	-	-	-	-	-	-
K/Ca	K/Ca	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-
K/Mg	K/Mg	0,4	0,4	0,4	-	-	-	-	-	-	-
K/Mn	K/Mn	0,2	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Ca/Mg	Ca/Mg	3,1	3,8	4,9	-	-	-	-	-	-	-
Ca/Mn	Ca/Mn	1,3	1,8	3,6	-	-	-	-	-	-	-
Fe/Mn	Fe/Mn	0,2	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-

Metodologia Utilizada

P - K - Ca - Mg = Resina

B - H₂O Quente

SO₄ - Fosfato Monocalcio 0,01M Relação 1:2,5

Cu - Fe - Mn - Zn - Extração p/ DTPA

Responsável: MARIA SALETE DE BRITO BASSETO
 C. R. Q. N° 04405780
 4ª Região

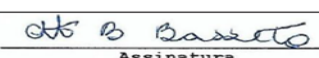
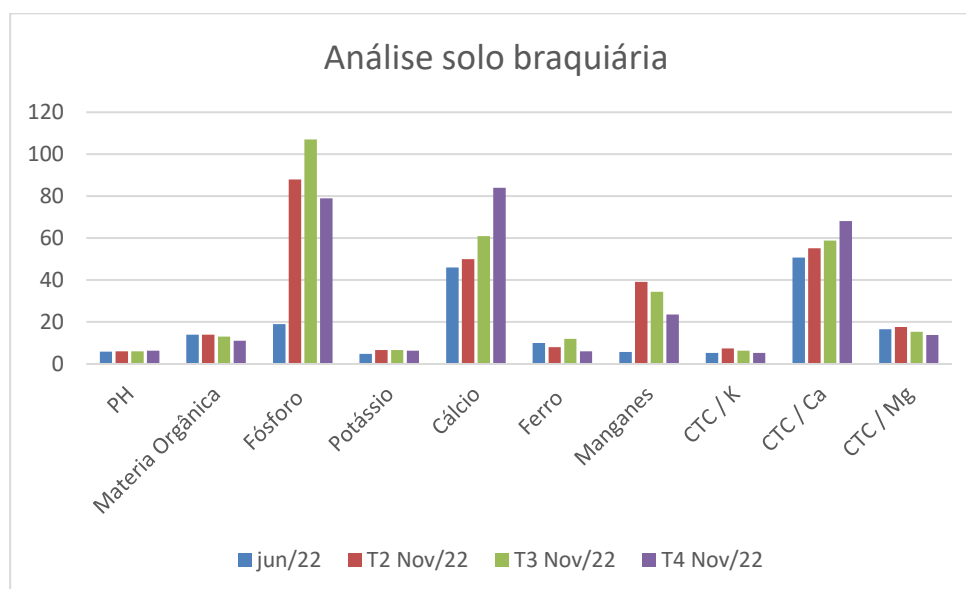

 Assinatura

Tabela 29 – Dados referente às análises do solo antes e após o plantio do capim braquiária.

Análises Solo						
		jun/22	T2 Nov/22	T3 Nov/22	T4 Nov/22	
PH		5,9	6,1	6	6,3	g/dm ³
Materia Orgânica		14	14	13	11	mg/dm ³
Fósforo		19	88	107	79	mmolc/dm ³
Potássio		4,8	6,7	6,6	6,4	mmolc/dm ³
Cálcio		46	50	61	84	mmolc/dm ³
Ferro		10	8	12	6	mmolc/dm ³
Manganes		5,8	39,2	34,4	23,6	mmolc/dm ³
CTC / K		5,3	7,4	6,4	5,2	
CTC / Ca		50,7	55,1	58,9	68,1	
CTC / Mg		16,5	17,6	15,4	13,8	

Tabela 30 – Gráfico referente às análises químicas do solo antes e após o plantio.



O tratamento 4 (tabela 30) se observou que houve aumento de Cálcio e uma possibilidade seria de haver carbonatos no folhelho, a CTC também aumentou, provavelmente devido à incorporação de filossilicatos 2:1 nos folhelhos. Diminuiu a disponibilidade de P. Fe e Mn e as possíveis causas seriam o aumento da produtividade das plantas com consumo e fixação de P no tecido das plantas e fases minerais presentes no folhelho teriam retirado o P do solo. Se o folhelho possui biotita

ou outro silicato “solúvel” (anfíbólios, piroxênios) com Fe e Mn, estes podem ter se precipitado sequestrando o P e metais, como Zn e Cu. Isto explicaria a diminuição de Fe, Mn e P em T4. Outra possibilidade é que a adição de folhelho tenha aumentado a retenção de água no vaso, de modo que este ficasse encharcado por alguns dias. Isto promoveria ambiente redutor, solubilizando Fe e Mn, que poderiam ser perdidos na lixiviação, mas não explicou a diminuição de Cu e Zn, se a produtividade fosse maior no T4, absorção de Cu e Zn pelas plantas seria maior, mas ocorreu o contrário. A difratometria feita com do pó de rocha fosfática utilizada no experimento (figura 10), apresentou em sua composição os minerais Crandallita e estudos com amostras de perfil de alteração de rochas com fosfato (rochas alcalinas) de Juquiá-SP, Catalão-Go e Tapira-MG, contendo fosfatos aluminosos do grupo da Crandallita, foram calcinadas, em ensaios desenvolvidos por Francisco et al.,2006, com base na constatação, de Gilkes & Palmer (1979), de que calcinação desses minerais permite se alcançar o máximo de solubilidade do fósforo em solução de citrato neutro de amônio (CNA). Nesses ensaios, constatou que, enquanto nas amostras dos materiais intemperizados originais, sem calcinação, o teor de P solúvel em CNA era de menos de 5%, nas amostras calcinadas os valores aumentaram para 54, 16 e 53% para as amostras calcinadas de Tapiraí, Catalão e Juquiá, respectivamente. Análises de difratometria de Raios X das amostras calcinadas não demonstraram mais a presença de crandalita, observada nas amostras sem calcinação (figura 20). O mesmo foi constatado em amostras de material crandalítico de Christmas Island (Gilkes & Palmer, 1979, Bolland & Gilkes 1987), onde os mencionados autores concluíram que o aquecimento teria promovido a perda de água de hidratação e sua transformação total, o que seria uma possível causa do aumentado da solubilidade em CNA

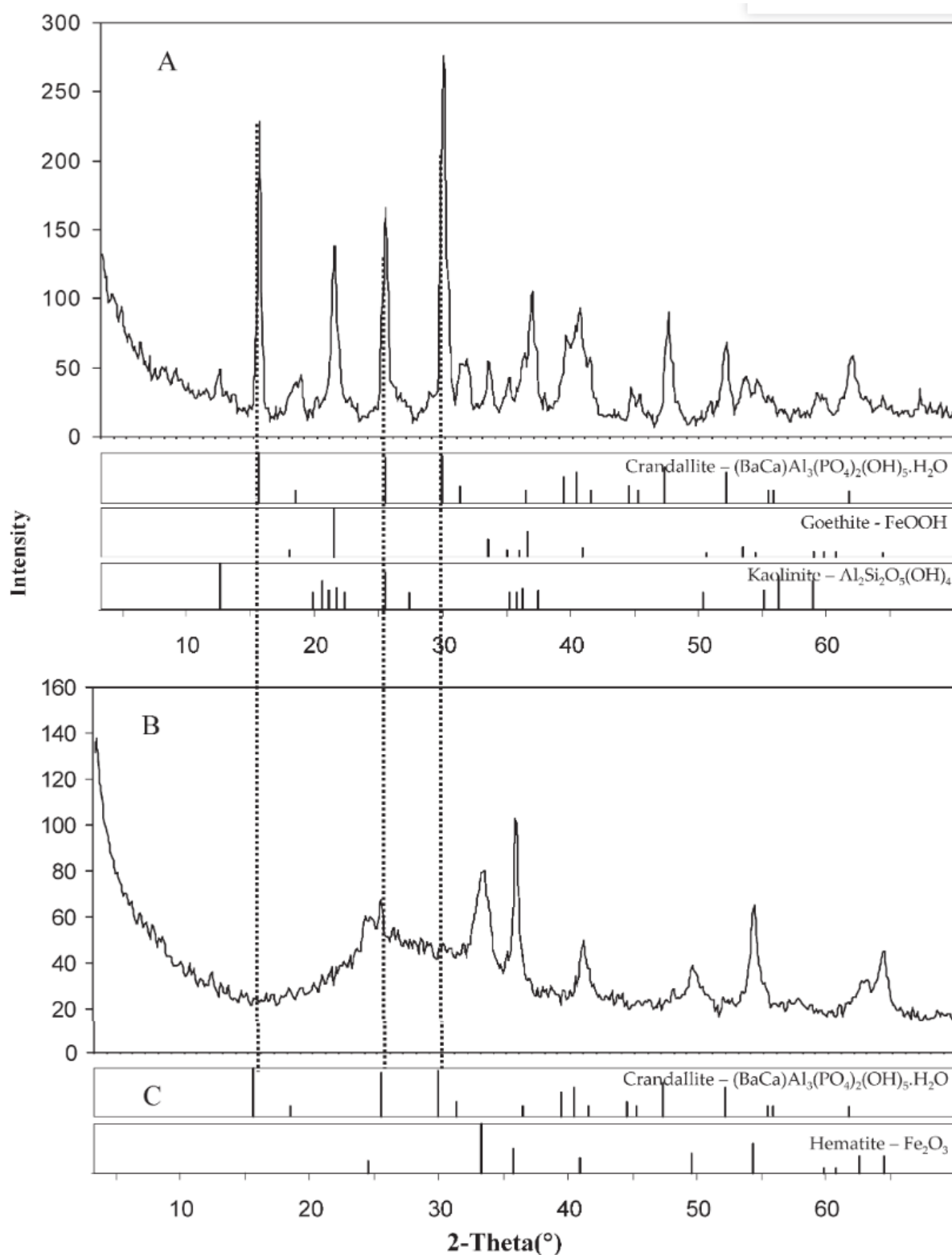


Figura 20 – Difratoformas de raios-X da (A) amostra original de Juquiá/SP, (B) após a calcinação (2 horas, 500°C) e (C) as linhas espectrais 2-teta dos minerais detectados pelo software APD extraído de: Agronomic Evaluation of Calcined Crandallite from Three Brazilian Phosphate Deposit (Francisco et al., 2006)

Na tabela 31, apresentam-se as análises do solo nos experimentos com alho poró, onde a amostra A (equivalente a T0) é a amostra de solo sem aditivos, e as T1 (Am B), 0 g de diabásio, e 14, 4 g de rocha fosfática, T2 34,04 g de diabásio e 0 g de rocha fosfática, T3, 34,04 g de diabásio e 14,4 g de rocha fosfática e, por fim, a T4 68,08 gr de diabásio e 14,4 gr de rocha fosfática. Tabela 31 – Análise química do solo após plantio do alho poró; A=T0, B= T1, C=T2, D=T3, E=T4

Tabela 31 – Dados referente às análises do solo após o plantio do alho poró.

NºLaudo	Entrada	Emissão	Mat.Analisado	Pagina
0898	11/11/2022	17/11/2022	Solo	1 de 1



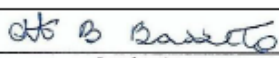
Solicitante: Paulo Cesar Boggiani R. Vicenta Domingues Ayres, 72 São Paulo - SP	Interessado: Sergio
---	-------------------------------

Nº Lab	Identificação da (s) Amostra (s)
2207	Am. A
2208	Am. B
2209	Am. C
2210	Am. D
2211	Am. E

Determinações			Resultado (s) da (s) Amostra (s)									
Nº do Laboratório			2207	2208	2209	2210	2211	-	-	-	-	-
pH	pH	CaCl2	5,9	6,1	6,3	6,3	6,3	-	-	-	-	-
M.O	Mat. Orgânica	g/dm³	13	13	14	14	13	-	-	-	-	-
P	Fósforo	mg/dm³	36	377	151	380	378	-	-	-	-	-
K	Potássio	mmolc/dm³	7,1	6,7	7,2	6,9	6,1	-	-	-	-	-
Ca	Cálcio	mmolc/dm³	72	91	96	97	85	-	-	-	-	-
Mg	Magnésio	mmolc/dm³	15	23	19	23	21	-	-	-	-	-
H+Al	H+Al	mmolc/dm³	22	20	15	15	16	-	-	-	-	-
Al	Alumínio	mmolc/dm³	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
SB	Soma de Bases	mmolc/dm³	94	121	122	127	112	-	-	-	-	-
CTC	C.T.Cations	mmolc/dm³	116	141	137	142	128	-	-	-	-	-
V%	Sat.por Bases	%	81	86	89	89	88	-	-	-	-	-
m%	Sat.por Al	%	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
S-SO4	Enxofre	mg/dm³	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-
B	Boro	mg/dm³	0,25	0,28	0,29	0,26	0,22	-	-	-	-	-
Cu	Cobre	mg/dm³	0,6	0,4	0,8	0,8	0,8	-	-	-	-	-
Fe	Ferro	mg/dm³	12	10	6	8	8	-	-	-	-	-
Mn	Manganês	mg/dm³	8,8	6,0	3,4	3,4	3,8	-	-	-	-	-
En	Zinco	mg/dm³	2,4	2,6	3,2	2,6	2,6	-	-	-	-	-
K/CTC	% de K na CTC		6,1	4,8	5,2	4,9	4,8	-	-	-	-	-
Ca/CTC	% de Ca na CTC		62,0	64,7	70,0	68,4	66,4	-	-	-	-	-
Mg/CTC	% de Mg na CTC		12,9	16,3	13,8	16,2	16,4	-	-	-	-	-
P/Mn	P/Mn		4,1	63,0	44,4	111,8	99,5	-	-	-	-	-
P/En	P/En		15,0	145,4	47,2	146,2	145,4	-	-	-	-	-
K/Ca	K/Ca		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-
K/Mg	K/Mg		0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	-	-	-	-	-
K/Mn	K/Mn		0,8	1,1	2,1	2,0	1,6	-	-	-	-	-
Ca/Mg	Ca/Mg		4,8	4,0	5,1	4,2	4,0	-	-	-	-	-
Ca/Mn	Ca/Mn		8,2	15,2	28,2	28,5	22,4	-	-	-	-	-
Fe/Mn	Fe/Mn		1,4	1,7	1,8	2,4	2,1	-	-	-	-	-

Metodologia Utilizada
 P - K - Ca - Mg = Resina
 B - H2O Quente
 SO4 - Fosfato Monocalcio 0,01M Relação 1:2,5
 Cu - Fe - Mn - En - Extração p/ DTPA

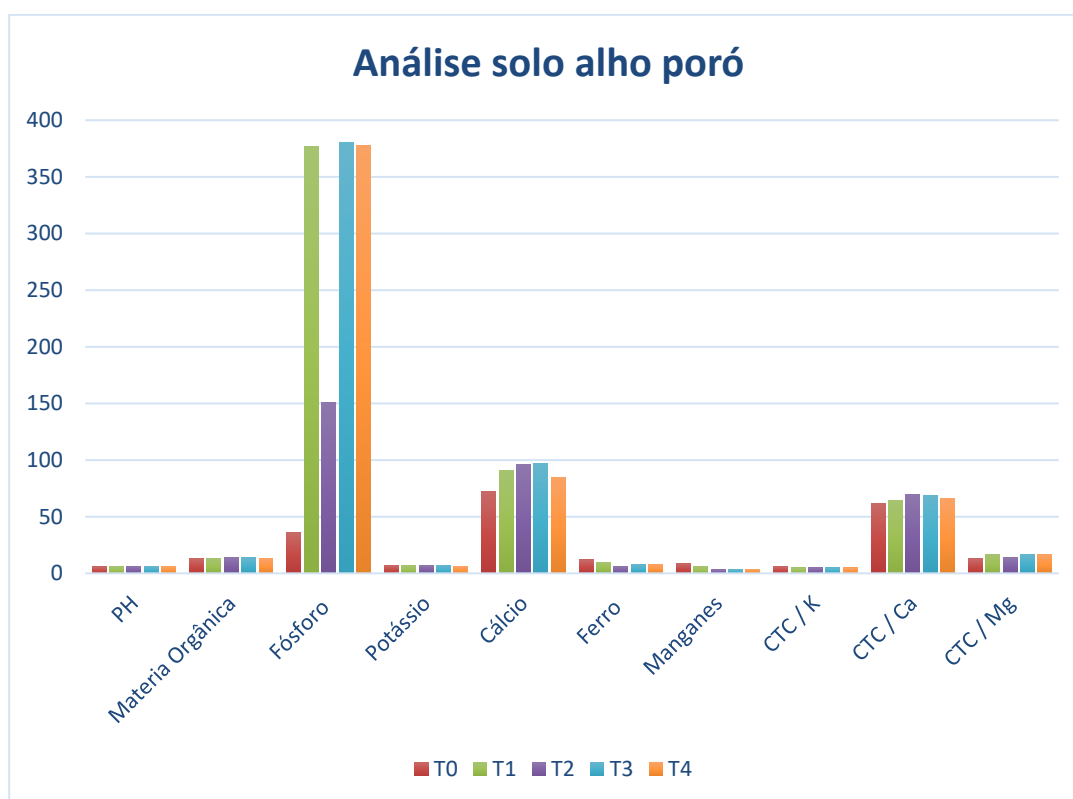
Responsável: MARIA SALETE DE BRITO BASSETO
 C. R. Q. Nº.04405780
 4ª Região


 Assinatura

:
Tabela 32 – Análise química do solo-alho poró

Análises Solo alho poró						
	T0	T1	T2	T3	T4	
pH	5,9	6,1	6,3	6,3	6,3	g/dm³
Materia Orgânica	13	13	14	14	13	mg/dm³
Fósforo	36	377	151	380	378	mmolc/dm³
Potássio	7,1	6,7	7,2	6,9	6,1	mmolc/dm³
Cálcio	72	91	96	97	85	mmolc/dm³
Ferro	12	10	6	8	8	mmolc/dm³
Manganês	8,8	6	3,4	3,4	3,8	mmolc/dm³
CTC / K	6,1	4,8	5,2	4,9	4,8	
CTC / Ca	62	64,7	70	68,4	66,4	
CTC / Mg	12,9	16,3	13,8	16,2	16,4	

Tabela 33 – Gráfico da análise química do solo-alho poró



Os resultados não diferiram muito da análise do capim braquiária, a faixa de pH ficou em torno de 6, com leve aumento que é ideal para as plantas pois nessa faixa os nutrientes se encontram mais disponíveis, o fósforo, o cálcio e a troca catiônica também aumentaram. O aumento do P é proporcional ao maior aumento de uso de rocha fosfática, como era de se esperar, e curiosamente, o K se manteve estável.

CONCLUSÕES

Os experimentos realizados não podem ser conclusivos, pois tiveram problemas na evolução, devido a fatores externos, como seca e outros, mas servem para ter parâmetros para discussão sobre os benefícios dos remineralizadores usados.

O alho poró foi colhido antes do ciclo vegetativo ideal e mostrou uma melhor eficiência em peso com a aplicação de 14 g de pó de rocha fosfática (tabela 12 e 13), porém o tratamento em que se aplicou o pó de diabásio (tratamento 2) a massa do pseudocaule foi maior e talvez, ao final do ciclo vegetativo, o seu desenvolvimento poderia superar aos outros tratamentos. No experimento com milho, foi aplicado apenas pó de rocha fosfática, que também demonstrou eficácia com a aplicação de até 4 doses mínimas (tabela 17) e o capim braquiária obteve uma maior biomassa com a aplicação de dose dupla, 18 gramas de pó de diabásio (tabela 23).

Fatores como prematuridade de colheita, seca e ataque de pragas prejudicaram os experimentos. Um ambiente como uma casa de vegetação permitiria uma avaliação mais precisa devido a um maior controle do experimento. Outro fator importante é ressaltar que apesar de indícios benéficos da aplicação da técnica, a quantidade amostral de plantas foi pequena para se obter resultados conclusivos e convencimento dos agricultores.

A solubilidade da Rocha Fosfática Friável de Bonito (MS) poderia ser aumentada por calcinação, ou mesmo verificar a possibilidade de uso de mantos de intemperismo de Juquiá ou Cajati, ambos no Estado de São Paulo, com o mesmo procedimento, devido a serem depósitos mais próximos, ou mesmo procurar perfis de alteração da rocha alcalina da Intrusão de Ipanema.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos. Site: <http://anda.org.br>

Arab, Bruno P.; Perinotto, Jesus J. A.; Assine, Luis M. 2009 Grupo itararé (P - C da bacia do Paraná) nas regiões de Limeira e Piracicaba - SP: Contribuição ao estudo das litofácies. Geociencias, v. 28, n. 4, p. 501-521.

Arnon D.I. , Stout P.R. 1939. The essentiality of certain elements in minute quantities for plants with special reference to copper. Plant Physiology, 14:371- 375.

- Azevedo, A.C. de, Casarini, P.G., Pedron, F. de A., e Sartor, L.R ,2012. Filossilicatos 2:1 com hidróxi entre camadas em solos: estado atual do conhecimento e das perspectivas de pesquisa., v. 55, p. 236–243.
- Batista, M.A., Esper Neto, M., Inoue, T.T., e Muniz, A.S., 2018, Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: Brandão Filho, J.U.T., Freitas, P.S.L., Berian, L.O.S., And Goto, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 113-162.
- Beerling, D.J., Leake, J.R., Nelson, P.N., Long, S.P., Scholes, J.D., Ton, J., et al., 2018. Farming with crops and rocks to address global climate, food and soil security. *Nature Plants* v.4, p.138–147.
- Bergmann, M. (2021). Avaliação do potencial agromineral do Brasil: Grupo Serra Geral da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SGB-CPRM.
- Berner, R.A., (2004). *The Phanerozoic Carbon Cycle: CO₂ and O₂*. Oxford University Press, New York, v.13
- Blum W.E.H.; Herbinger, B.; Mentler, A.; Ottner, F.; Pollak, M.; Unger, E.; Wenzel, W.W. 1989a. Zur Verwendung von Gesteinsmehlen in der Landwirtschaft. I. Chemisch-mineralogische Zusammensetzung und Eignung von Gesteinsmehlen als Düngemittel. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, v.152, p.421–425.
- Blum, W.E.H.; Herbinger, B.; Mentler, A.; Ottner, F.; Pollak, M.; Unger, E.; Wenzel, W.W. 1989b. Zur Verwendung von Gesteinsmehlen in der Landwirtschaft. II. Wirkung von Gesteinsmehlen als Bodenverbesserungsmittel. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, v.152, p.427–430.
- DAVINO, A. 1975. Geologia da Serra de Aracoiaba, Estado de São Paulo. *Boletim Instituto de Geociências Universidade de São Paulo*, 6: 129-44.
- Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., 2013. *An Introduction to the Rock-forming Minerals* 3rd ed. The Mineralogical Society, London.
- Fernandes, F.R.C., Luz, A. B. , Castilhos, Z. C., 2010. Agrominerais para o Brasil, Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro p.62.
- Francisco B. A.; Pereira J. P.; Prochnow L. I.; Toledo M. C.N. 2006. Agronomic Evaluation of Calcined Crandallite from Three Brazilian Phosphate Deposits. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39: 559–573, DOI: 10.1080/00103620701826852559

- Fyfe W. S., 1981. The environmental crisis: quantifying geosphere interactions. *Science*, New Series, Vol. 213, No. 4503 (Jul. 3, 1981), pp. 105-110 Published by: American Association for the Advancement of Science.
- Fyfe W.S., Kronberg B. I., Leonardos O. H. e Olorufemi N. 1983. Global tectonics and agriculture: a geochemical perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 9 383--399 Elsevier Science Publishers B.V.,
- Fyfe W.S., 1989. Soil and global change. *Episodes* 12:249–254.
- Gilkes & Palmer (1979) Calcined Christmas Island C-grade rock phosphate fertilizers: Mineralogical properties, reversion and assessment by chemical extraction *Australian Journal of Soil Research* 17(3) 467 - 481
- Guarino, V., Azzone, R.G., Brotzu, P, Gomes. C., G., Melluso., L., Morbidelli., L., Ruberti., E., Tassinari., C., C., G., Brilli., M., 2011. Magmatism and fenitization in the Cretaceous potassium-alkaline-carbonatitic complex of Ipanema São Paulo State, Brazil. *Miner Petrol* v.104, p. 43–61.
- Hartmann, J., Christina, L., Köhler, P., La Rocha, Renforth, P, West, A.J., Wolf-Gladrow D.A., et al., 2013. Enhanced chemical weathering as a geoengineering strategy to reduce atmospheric carbon dioxide, supply nutrients, and mitigate ocean acidification. *Rev. Geophys.* V.51 (2), p. 113–149.
- HENSEL J. 1890. *Das Leben*. (in German) Verlag Boericke und Tafel, Leipzig, Germany.
- HENSEL J. 1892. *Macrobiotic, or Our Diseases and Our Remedies: For Practical Physicians and People of Culture*. Boericke & Tafel e Philadelphia
- HENSEL J. 1894. *Bread from stones*. TAFEL AJ (Ed), Philadelphia, USA P. 3-5.
- Hossain, A., Krupnik, T.J., Timsina, J., Mahboob,M.G., Chaki, A.K., Farooq, M.,2020. Agricultural land degradation: processes and problems undermining future food security. In: Fahad, S., Hasanuzzaman, M., Alam, M., Ullah, H., Saeed, M., Ali Khan, I., Adnan, M. (Eds.), *Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth*. Springer International Publishing, Cham, pp. 17–61.
- ICMBIO, 2017, *Plano de Manejo Floresta Nacional de Ipanema Volume I - Diagnóstico.*:
- IFA – International Fertilizer Industry Association – <www.fertilizer.org>.
- Ishikawa, A. K. (2009). *Carta geológico-geotécnica aplicada ao planejamento urbano*

- da região do Córrego Bertini, município de Americana-SP.
- Kantola, I.B., Beerling, D.J., DeLucia, E.H., Long, S.P., Masters, M.D., 2017. Potential of global croplands and bioenergy crops for climate change mitigation through deployment for enhanced weathering. *Revista eletrônica*, editora Royal Society, Inglaterra, Londres.
- Keller, W.D., 1948. Native rocks and minerals as fertilizers. *The Scientific Monthly*, Vol. 66, No. 2 (Feb., 1948), pp. 122-130. Published by: American Association for the Advancement of Science.
- Kopittke, P.M., Lombi, E., McKenna, B.A., Menzies, N.W., Wang, P., 2019. Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environ. Int.* 132.
- Lapido, F. E. L, Ribeiro C., Roberto C., Vries F., 2009, Fertilização natural: rochagem, agricultura orgânica e plantio direto: breve síntese conceitual. In: Lapido-Loureiro, Francisco E. de Vries; et al (Ed.). *Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade*. Rio de Janeiro: CETEM/ Petrobrás, 2009.p.149-172.
- Lal R, Follett R., Kimble J., 1997. Land use and soil C pools in terrestrial ecosystems. In: Lal R, Kimble JM, Follett RF and BA Stewart (eds.) *Management of carbon sequestration in soil*. *Advances in Soil Science*, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, pp. 1-10.
- Leonardos, O. H., Fyfe, W. S.; Kronberg, B. I., 1976, Rochagem: O método de aumento da fertilidade em solos lixiviados e arenosos. *Congr. Brasil. Geol. Belo Horizonte, Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. v. 29 p. 137-145
- Leonardos, O., Rego, K. G., Rocha, E. L., Theodoro, S. H., 2006. Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes. *Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia*, v.9, p. 263-292.
- Lins, F. F.; Martins, E. de S.; Theodoro, S.H.; (2009) Apresentação. In: *Congresso Brasileiro de Rochagem*, 1, 2010, Planaltina – DF. Apresentação: *Anais do I Congresso Brasileiro de Rochagem*. Embrapa Cerrados, p. 302. 2010 Malavolta, E.; Alcarde, J.C., Pimentel, G., -*Adubos & adubações*. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.
- Malavolta, E., Alcarde, J. C., Pimentel Gomes, F., 2000, *Adubos & adubações*, São Paulo, Editora Nobel, 200 p.
- Manning D.A.C. (1995) *Introduction to Industrial Minerals*, Chapman and Hall, London, 276 p
- Manning D.A.C. (2010) Mineral sources of potassium for plant nutrition. A review.

Agronomy for Sustainable Development, Springer.

Manning, D.A., 2015. How will minerals feed the world in 2050? *Proc. Geol. Assoc.* 126 (1), 14–17.

Manning, D. A., Theodoro, S.H., 2020. Enabling food security through use of local rocks and minerals. *The Extractive Industries and Society* v. 7 (2), p. 480–487

Mattos, T. de; Batista, N. T. F., et al., 2016, Uso de remineralizadores e seus aspectos legais envolvendo o código de mineração. In: Congresso Brasileiro De Rochagem, 3. Pelotas-RS. Anais.Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Cerrados; Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2016, p. 455.

Mendes, J .C., 1961, Langella, novo genero di Lingulideo da Série Tubarão: Paraná, Univ. Bol. Geol. 5, 8 p.

Mengel K, Kirkby EA (2001) Principles of plant nutrition, in Kluwer Acad. Publishers 5th edn., Dordrecht, p. 849.

Missoux 1853/1854. Sur l'emploi de la poudre des roches granitiques comme excitant de la vegetation. *Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris)* t 36: p.1136; t 37: p.245.

Plano de Manejo da Flona de Ipanema 2017 (revisão) v1 p 38 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Romheld V. and Kirkby, E. (2010) Research on Potassium in Agriculture: Needs and Prospects. *Plant and Soil*, 335, 155-180.

Ruberti E, Gomes C.B., Comin-Chiaramonti P, (2005) The alkaline magmatism from the Ponta Grossa Arch. In: Comin- Chiaramonti P, Gomes CB (eds) Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform. Edusp/Fapesp, São Paulo, pp 473–521

Rugenski A., Mantovani M., S., M., Shukowsky W., 2006 Investigação Gravimétrica do Complexo Alcalinóide Ipanema, São Paulo, Brasil *Revista do Instituto de Geociências – USP* v. 6, n. 1, p. 13-27.

Salazar M., J. (1982) O esconderijo do sol: a história da Fazenda Ipanema, desde a primeira forja do Brasil até a Real Fábrica de Ferro. Brasília: Ministério da Agricultura, p125

Samantray, J., Anand, A., Beheraa, A. K., Dash, B., Ghoshc, M., K., 2022. Silicate minerals - Potential source of potash, v.174.

Seifritz, W., 1990. CO₂ disposal by means of silicates. *Nature* p.345-486.

- Swoboda, P., Döring, F., T., Hamer, M., 2021. Remineralizing soils? The agricultural usage of silicate rock powders: A review. *Science of the Total Environment*, n.807.
- Theodoro, S. H., 2000, A fertilização da Terra pela Terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural. [Tese Doutorado]: Brasília, UNB, 2000. P. 225. Rochagem
- Theodoro, S.H & Leonardos, O.H 2006. Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. *Anais da Acad. Bras. de Ciências*. Rio de Janeiro/RJ. Vol.78 no.4 p: 715 – 720.
- Theodoro, S.H & Leonardos, O.H 2016, A Construção Do Marco Legal Dos Remineralizadores, Trabalho de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural – PPG-MADER - Universidade de Brasília- UnB
- Walker, Hays, P.B., Kasting, J.F., J.C.G., 1981. A negative feedback mechanism for the longterm stabilization of Earth's surface temperature. *Journal of Geophysical Research Atmospheres* v.86 p.9776-9782.
- Webb, J., Bittman, S., Morgan, J., Pain, B., 2010. The impacts of manure application methods on emissions of ammonia, nitrous oxide and on crop response—A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. v. 137, p. 39-46.
- Werle R., Garcia R. A., Rodrigo & Rosolem, C. A. (2008). Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo (Brasil)* Num.6 Vol.32. 32. 10.1590/S0100- 06832008000600009.